



Suojelutiedusteluajoneuvon käyttöliittymän tuotekehityshanke

Ismo Haataja

**Opinnäytetyö
YLEMPI AMK-TUTKINTO**

Kesäkuu 2009

Teknologiaosaamisen johtaminen



**JYVÄSKYLÄN
AMMATTIKORKEAKOULU**

| | | |
|---|---|--------------------------|
| Tekijä(t) Haataja Ismo | Julkaisun laji Opinnäytetyö, Ylempi ammattikorkeakoulututkinto | |
| | Sivumäärä 113+13 | Julkaisun kieli Suomi |
| | Luottamuksellisuus Salainen <input type="checkbox"/> saakka | |
| Työn nimi Suojelutiedusteluajoneuvon käyttöliittymän tuotekehityshanke | | |
| Koulutusohjelma Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma | | |
| Työn ohjaaja(t) Matilainen Jorma, Jurvelin Jouni | | |
| Toimeksiantaja(t) Maavoimien materiaalilaitoksen esikunta, Järjestelmäosasto DI Kinnunen, Markku | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Ohjelmistoja kehitettäessä ja niiden vaatimusten lisääntyessä haasteena on tukea käyttäjien tärkeimpiä tavoitteita tehokkaasti ohjelmiston käyttöliittymässä. Toisaalta käyttäjien vaatimukset muuttuvat ajan myötä. Tällöin syntyy tarve tarkastella käyttöliittymää kokonaisvaltaisesti ja uudistaa sitä käyttäjien tarpeiden mukaan.</p> <p>Työn tavoitteena oli etsiä ajoneuvon osajärjestelmän tuotekehitykseen toimintamalleja. Toimintamalleissa esitetään erilaisia vaihtoehtoja tuotekehitysprojektin johtamiseen ja hallintaan. Toimintamalleja käytetään ajoneuvon osajärjestelmien muutoksissa.</p> <p>Työssä käsiteltiin erityisesti toteutetun ajoneuvon tuotekehityshankeen ongelmakohtia, joita ovat suunnitteluperusteet, vaatimusmäärittely, riskienhallinta sekä dokumentointi. Organisaationi tuottaa paljon ohjeita, mutta käsittelevät projektinhallintaa ja tuotekehitystä yleisellä tasolla. Työn toimintamalleilla täydennetään ja tarkennetaan Puolustusvoimien projekti- ja hankeohjeita.</p> <p>Käyttöliittymän suunnittelussa tärkeimpiä tavoitteita ovat käytettävyys, joustavuus ja laajennettavuus. Käytettävyydeltään graafiset käyttöliittymät ovat olleet tunnetuimpia. Ohjelmiston käyttäjät täytyy ottaa mukaan projektiin jo sen alkuvaiheessa, koska heiltä saatava palaute on erittäin hyödyllistä.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) Tuotekehitys, projektinhallinta | | |
| Muut tiedot | | |

| | | | | |
|---|--|---------------------|--|--|
| Author(s) Haataja Ismo | Type of Publication Master's thesis | | | |
| | Pages 113+13 | Language Finnish | | |
| | Confidential Until <input type="checkbox"/> _____ | | | |
| Title The user interface development project of the NBC-reconnaissance vehicle | | | | |
| Degree Programme Professional Master's Degree Programme in Technological Competence Management | | | | |
| Tutor(s) Matilainen Jorma, Jurvelin Jouni | | | | |
| Assigned by Defence Forces Materiel Command Headquarters, Systems Section | | | | |
| <p>Abstract</p> <p>When developing software and meeting the increasing requirements concerning the software, the challenge is to support efficiently the user's most important goals in the user interface. On the other hand, users' requirements can also change gradually. For these reasons the user interface occasionally needs to be re-evaluated as a whole and redesigned on the bases of the user' needs.</p> <p>The aim of this master's thesis was to find out different standards of activities to develop vehicle subsystems. The models of activities show the different choices to lead and control a product development project. The models of activities will be used during vehicle development.</p> <p>This master's thesis handled especially the problems of the operative vehicle development, requirement management, risk management and documentation. The organization produce lot of instructions, but project management and product development are processed very generally. Standards of activities will specify the project instructions of the Defence Force.</p> <p>When starting to develop user interface, the main goal are usability, flexibility and extensibility. To meet the goal of usability the graphical design of interface is inspired by other well-known application. User should be volved in the early stages of the development project and they feedback is always very useful in the design process.</p> | | | | |
| Keywords Product development, project management | | | | |
| Miscellaneous | | | | |

| | |
|---|----|
| Termit ja lyhenteet..... | 6 |
| 1. Johdanto..... | 9 |
| 1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus | 10 |
| 1.2 Aineistolähtöinen opinnäytetyöprosessi..... | 10 |
| 2. Tuotekehitystoiminta..... | 13 |
| 2.1 Tuotekehitystoiminnan tavoitteet | 13 |
| 2.2 Tuotekehitysprosessi ja organisaation strategia..... | 13 |
| 2.2.1 Tuotekehitysprosessi..... | 13 |
| 2.2.2 Toimintastrategia..... | 21 |
| 2.2.3 Tuote- ja teknologiastrategia | 23 |
| 2.2.4 Toteutusstrategia..... | 25 |
| 2.3 Innovaatioprosessi | 26 |
| 2.4 Tuotteen elinkaari ja sen hallinta | 30 |
| 2.4.1 Tuotteen kehitysvaihe | 32 |
| 2.4.2 Tuotteen julkistaminen | 32 |
| 2.4.3 Tuotteen kasvuvaihe | 32 |
| 2.4.4 Tuotteen kypsyysvaihe | 33 |
| 2.4.5 Tuotteen laskuvaihe | 33 |
| 3. Projektitoiminta tuotekehityksessä | 34 |
| 3.1 Projektin määritelmä..... | 34 |
| 3.2 Lyhyesti projektin hallinnasta..... | 35 |
| 3.3 Projektin organisointi ja organisaatiomallit..... | 37 |
| 3.3.1 Matriisiorganisaatio | 37 |
| 3.3.2 Tiimi..... | 39 |
| 3.3.3 Funktionaalinen organisaatio | 41 |
| 4. Tuotekehitystoiminnan johtaminen | 46 |
| 4.1 Tuotekehitystoiminnan johtamismallit | 46 |
| 4.1.1 Haasteiden johtaminen (Challenge management) | 46 |
| 4.1.2 Tulevaisuuden tutkimus (Future Research)..... | 47 |
| 4.1.3 Tulevaisuuden ennakointi (Foresight) | 48 |
| 4.1.4 Käyttötilanneanalyysi..... | 49 |
| 4.2 Asiantuntijaorganisaation johtamisen erityispiirteitä | 52 |
| 4.3 Verkostomaisen tuotekehityksen johtaminen | 52 |
| 4.4 Innovatiivinen työkuultuuri | 53 |
| 5. Tuotekehitystoiminnan resurssit | 55 |
| 5.1 Tuotekehitystoiminnan resurssien arviointi..... | 55 |
| 5.2 Resurssien arvioinnin elementit..... | 57 |
| 5.3 Resurssien arvioinnin tekniikoita | 61 |
| 6. Tuotekehitystoiminnan riskienhallinta | 63 |
| 6.1 Riskienhallinnan prosessi..... | 64 |
| 6.2 Tyypillisiä riskejä ja keinoja riskien välttämiseksi..... | 71 |
| 6.2.1 Tuoteriskit..... | 71 |
| 6.2.2 Projektiriskit..... | 72 |
| 6.2.3 Toiminnalliset riskit | 73 |
| 7. Tuotekehitystoiminnan laatu..... | 75 |
| 7.1 Laatujärjestelmän tavoitteet..... | 75 |
| 7.2 Laadun mittarit ja mittaaminen | 78 |
| 7.3 Muutoshallinta | 81 |
| 7.3.1 Muutoshallintaprosessi..... | 81 |
| 7.3.2 Muutoshallinnan mittarit | 84 |
| 7.3.3 Muutoshallinnan hyödyt ja ongelmat | 84 |

| | |
|---|-----|
| 8. Verkostoitunut tuotekehitystoiminta | 86 |
| 8.1. Verkostoituminen strategiana | 86 |
| 8.2 Verkoston muodostaminen | 87 |
| 8.2.1 Operatiivinen verkosto..... | 87 |
| 8.2.2 Taktinen verkosto | 88 |
| 8.2.3 Strateginen verkosto | 88 |
| 8.2.4 Partnership | 88 |
| 8.2.5 Allianssi | 89 |
| 8.2.6 Ulkoistaminen..... | 89 |
| 8.2.7 Virtuaaliyritys | 89 |
| 8.3 Verkoston perustamisen vaiheet | 90 |
| 8.4 Verkoston toiminnan ohjauksen mittarit..... | 91 |
| 9. CASE: Käyttöliittymän kehittämistyö | 94 |
| 9.1 Esiselvitys..... | 95 |
| 9.2 Dokumentointi | 97 |
| 9.3 Vaatimusmäärittely | 101 |
| 9.4 Hyväksymissuunnitelma | 102 |
| 9.5 Toteutussuunnitelma | 102 |
| 9.6 Toteutuksen laatu | 104 |
| 9.7 Käyttöönotto | 105 |
| 9.8 Ylläpito..... | 107 |
| 10. Yhteenveto ja johtopäätökset | 108 |
| Lähteet | |
| LIITE 1. Käytettävyyden testaus..... | 114 |
| LIITE 2. Tilaaajan/asiakkaan riskit..... | 115 |
| LIITE 3. Vaatimusmäärittely | 119 |
| Taulukot | |
| Taulukko 1. Toteutussuunnitelman tiedot | 102 |

Termit ja lyhenteet

Asiakas: Kohde jolle projektin työ tehdään. Puolustusvoimien sisäisessä terminologiassa asiakkaasta käytetään nimitystä "käyttäjä". Puolustusvoimien ja teollisuuden välisessä kommunikoinnissa puolustusvoimat on asiakas.

Diskurssianalyysi: Käsiteltävän kohteen tarkastelua siihen liittyvien ilmiöiden ja asioiden kautta. Toimintaa voidaan esimerkiksi tarkastella kielellisten tulkintojen kautta toiminnan sijasta.

Dokumentointi: Käsittää koko projektin aikana tarvittavan ja syntyvän projektiin tai tuotekehitysprosessiin liittyvän asiakirja- ja tietoaineiston.

Hanke: Yleensä projektia laajempi tehtäväkokonaisuus, jonka tavoitteena puolustusvoimissa on suorituskky tai toiminnallisuus ja joka voi muodostua useista prosesseista ja projektikokonaisuuksista.

HMI: Human Machine Interface.

Hyöty: Lisäarvo, joka prosessista saadaan. Puolustusvoimissa hyöty on esimerkiksi kustannussäästöä tai toiminnallista tehokkuutta.

IPT: Integrated Project Team.

Huoltovarmuus: Toimintojen turvaaminen poikkeusoloissa.

Katselmus: Katselmus on arviointitilaisuus, jossa tarkastellaan esim. projektivaiheeseen liittyviä suunnitelmia ja niiden toteutumista sekä päätetään jatko-toimista.

Käynnistyskatselmus: Kokous, jossa selvitetään projektille asetetut tavoitteet projektin lähtötiedot sekä projektiryhmälle että sidosryhmille taustatiedot.

Osaprojekti: Erikseen määritetty ja rajattu osa projektia.

PLM: Product Lifecycle Management.

Projekti: Työ, joka tehdään määritellyn kertaluonteisen tuloksen aikaansaamiseksi.

Projektikatselmus: Projektisuunnitelman mukainen tilaisuus, jossa arvioidaan projektivaiheen tai osaprojektin tulosta. Projektikatselmus antaa perusteet projektin seuraaville toimenpiteille. Katselmuksen tehtävänä on myös edistää laadunhallintaa.

Projektitoiminta: Toimintaa, joka toteutetaan yhtenä tai useampana projektina.

Projektin vaihe: Ajallisesti rajattu osa projektia. Vaihe päättyy tulosten tarkasteluun ja seuraavan vaiheen tavoitteiden määrittämisen.

Projektityyppi: Projektin jaottelu tehtävän työn luonteen, tarkastelutavan, työtekniikan tai organisaatiomallin mukaan.

Projektiorganisaatio: Projektisuunnitelmassa määritelty organisaatio, joka on voimassa projektin asettamisesta projektin päättämiseen. Projektiorganisaatiossa toimivien jäsenten tehtävät, vastuut ja valtuudet ovat kuvattu projektisuunnitelmassa.

Prosessi: Sarja toisiinsa liittyviä toimintoja, joilla syöte muutetaan tulokseksi.

Päätöskatselmus: Projektin asettajan määräämä kokous, jossa arvioidaan projektin tuloksia ja päätetään jatkotoimenpiteistä sekä projektin päättämisestä.

RAD: Rapid Application Development.

Linjaorganisaatio: Yrityksen tai yhteisön virallinen organisaatio, jolle on määritetty tehtävät, vastuut ja valtuutukset.

Tuotekehitysprojekti: Projekti, jonka tulos on valmistuskelpoinen myytävä tuote.

Tutkimusprojekti: Projekti, jonka tavoitteena on tuottaa ja kerätä tietoa.

Toimitusprojekti: Projekti, jonka yritys tekee asiakkaan toimeksiannosta alkaen tilauksesta ja päättyen luovutukseen.

Toiminnan kehittämisprojekti: Organisaation sisäisen toiminnankehittämiseen tähtäävä prosessi.

1. Johdanto

Mistä tämä aihe? Ajoneuvohanke alkoi vuonna 1995. Alkuaikojen dokumenteista on jäljellä joitakin tuote-esitteitä ja lausuntopyyntöjä. Suunnitelmallinen eteneminen hankkeessa alkoi ennen vuosituhanen vaihdetta ja eteni melko nopeasti. Tuotekehityshankkeissa puolustusvoimien osuus rajoittuu usein vain vaatimusmäärittelyyn. Varsinaisen tuotteen suunnitteluun osallistutaan harvoin. Tällöin pääasiallinen roolimme on joko hylätä tai hyväksyä teollisuuden esitykset. Puolustusvoimien hallussa olevien tuotteiden modernisoinnissa vaikuttamismahdollisuudet ovat suuremmat.

Ajoneuvon tekniikka ja ohjelmisto ovat pääosin 1990-luvun tekniikkaa, mikä on edelleen toimivaa, mutta ei kuitenkaan yhteensopivaan nykyisten muiden järjestelmien kanssa.

Käyttöliittymän suunnittelussa yhdistetään kolme hyvin erilaista toiminnan alaa: psykologia, tekniikka ja taide. Psykologian tehtävä on ymmärtää ja mallintaa ihmisen käyttäytymistä käyttöliittymään olennaisesti liittyvässä ympäristössä sekä tietokoneympäristössä. Tekniikan tehtävä on saada liittymällä haluttu tulos aikaiseksi käyttäjäystävällisesti. Eräänlaisen taiteellisuuden tehtävä on luoda käyttöön mielekkyyttä, helppoutta, käytännöllisyyttä ja visuaalisuutta, jota bitinmuokkaaja ei koodiriveillään huomaa.

Käyttöliittymää suunniteltaessa on otettava huomioon monenlaisia tekijöitä. Joihinkin näihin löytyy valmiita ohjeita ja esimerkkejä, osaa on jopa mahdoton arvioida ennen kuin ne aiheuttavat ongelmia. Kaikkia sidosryhmiä ja käyttäjiä on mahdoton miellyttää, joten projektin on oltava koko ajan jatkuvaa tarpeiden tunnistamista ja kompromissien tekemistä.

Tässä opinnäytetyössä etsitään ratkaisuvaihtoehtoja ongelmiin, joita ilmeni ajoneuvon tuotekehityshankkeessa. Ongelmia esiintyi erityisesti tuotekehitysprosessissa, johtamisessa ja tuotekehityksen strategiassa, elinkaaren, resursien ja riskienhallinnassa. Malleja sovelletaan ajoneuvon osajärjestelmän kehittämisessä.

Opinnäytetyön toimeksiantaja

Toimeksiantaja on Maavoimien materiaalilaitoksen esikunnan Järjestelmäosasto. Opinnäytetyön aloitusvaiheessa toimeksiantajana oli suo- ja ja liikkuvuusosasto. Materiaalilaitos sijaitsee Tampereella ja vastaa Puolustusvoimien hankintojen teknisistä ja kaupallisista järjestelyistä.

1.1 Opinnäytetyön tavoitteet ja raja

Opinnäytetyössäni tavoitteena on kuvata ajoneuvon osajärjestelmän tuotekehityksen toimintamalli. Toimintamallissa kuvataan, miten tuotekehitysprojektia johdetaan ja hallitaan. Tämä toimintamallin kuvausta sovelletaan opinnäytetyössä tiedusteluajoneuvon kehitystyössä, johon caseksi on valittu käyttöliittymä. Työssä kartoitetaan käyttöliittymien nykytila, suunnitteluperusteita, toimivuutta ja suunnittelun dokumentointia sekä laatuja järjestelmää. Tuotekehittelyä tarkastellaan myös tulevaisuuden näkökulmasta.

Opinnäytetyössä ajoneuvon tuotekehitystyö rajataan koskemaan ajoneuvon yhtä osajärjestelmää. Projektin ja laatujohtamisen kannalta opinnäytetyön tuotoksena syntyvää materiaalia on voitava soveltaa mihin tahansa tuotekehitykseen. Tuotekehitysprosessia tarkastellaan teknologiaosaamisen johtamiseen opintojen näkökulmasta, jolloin opintojaksoja sekä materiaalia käytetään hyväksi.

1.2 Aineistolähtöinen opinnäytetyöprosessi

Aineistolähtöisessä opinnäytetyöprosessissa kuvataan ensimmäisessä vaiheessa käsitteet, joiden pohjalta aineiston keruu rakentuu ja tarkentuu. Näiden käsitteiden pohjalta muotoillaan opinnäytetyön tehtävät ja aineiston laadulliset tavoitteet. Määritellyjä käsitteitä tarkennetaan opinnäytetyöprosessin edetessä.

Aineistolähtöisessä opinnäytetyöprosessissa on mielestäni pyrittävä aineistoa kerätessä unohtamaan hetkeksi kaikki aikaisemmin opittu ja aloittamaan koh-

teena olevan asian opettelu ilman ennakkokäsityksiä tai mielipiteitä. Tällöin kerättävä aineisto ei etukäteen ohjaa työtä tiettyyn suuntaan. Aineiston analysointivaiheessa huomioidaan omat ja muiden kokemukset sovelletuista menetelmistä. Aineistolähtöisessä opinnäytetyöprosessissa on tavoitteena kohteen ymmärtäminen ja näkökulmien esilletuominen. (Bogdan. 1997.)

Aiheistolähtöiselle opinnäytetyölle voi määrittää seuraavia ominaisuuksia:

1. Aineiston kerääminen ja analyysi: Aineistolähtöisessä prosessityöskentelyssä käytetään harkinnanvaraista aineiston keruuta. Prosessityön kohteita, eli työssä tutkittavia asioita, ei ole montaa ja niitä tutkitaan perusteellisesti. Tällöin tärkeää on kerättävän aineiston laatu. Aineiston pitää olla kattava siihen nähden, mikä on työn tavoite, siis millaista analyysia ja tulkintaa siitä aiotaan tehdä. Aineisto valitaan työn tavoitteiden ja teoreettisten lähtökohtien perusteella. (Eskola ym. 1998.)

Eräs laadullisen prosessin analyysitapa on diskurssianalyysi. Analyysi ei ole vakiintunut menetelmä, vaan enemmänkin lähestymistapa kohteena olevaan asiaan ja jossa on useita eri painopisteitä. Analysoitava aineisto voi olla keskustelua, dokumenttia, lehtiartikkeleita, kirjoja, keskusteluja jne. Tässä työssä diskurssianalyysillä on samantapainen merkitys kuin tyypittelyllä tai teemoittelulla. Diskurssianalyysi on vahvasti konstruktionistinen traditio. Siinä siis keskitytään pohtimaan, kuinka teoriat ja kuvaukset laitetaan tai saadaan yhteen muodostamaan tekoja ja toimintaa. (Eskola ym. 1998.)

Laadullisen ja määrällisen tutkimuksen tärkein ero on se, että määrällisessä prosessityöskentelyssä ongelmat muotoillaan etukäteen, kun taas laadullisessa työskentelyssä tehtävä voi hieman muuttua ja kehittyä työn aikana. (Hirsjärvi ym. 2007.)

2. Hypoteesittomuus: Aineistolähtöinen prosessityöskentely on yleensä hypoteesiton. Työskentelyssä pyritään etenemään aineistosta käsin mielellään ilman ennakko-oletuksia tai aikaisemmin opitun tiedon asettamia ajatusmalleja.

Edellä mainittuja voidaan käyttää työssä jonkinlaisina esioletuksina, jolloin ei tarvitse lähteä aivan perustietoista keräämään tarvittavaa aineistoa. Prosessissa voi myös käyttää apuna työhypoteeseja eli omia arvauksia työn tuloksista. (Eskola, Suoranta. 1998.) Hypoteesit eivät silti ohjaa aineiston analyysia. Opinnäytetyössä kiinnostaa enemmän itse prosessi kuin sen lopputulos. Asioiden on oltava aluksi mahdollisimman avoimia, vasta aineiston kokoaminen erottaa lopputyön kannalta keskeisimmät asiat.

3. Suhde teoriaan: Teoria on mukana aineistolähtöisessä prosessityössä

a) keinona, joka auttaa opinnäytetyön tekemisessä ja päämääränä, jolloin työssä pyritään kehittämään teoriaa edelleen. Ensimmäisessä merkityksessä eli keinona laadullinen tutkimus tarvitsee sekä taustateoriaa, jota vasten aineistoa arvioidaan, että tulkintateoriaa, joka auttaa muodostamaan kysymykset ja sen, mitä aineistosta etsitään. (Eskola, Suoranta. 1998.)

b) päämääränä, kun tehdään induktiivista päättelyä aineiston pohjalta eli edetään yksittäisistä havainnoista yleiseen. Tällöin pyrkimyksenä on luoda uutta teoreettista tietoa. (Eskola, Suoranta. 1998.)

2. Tuotekehitystoiminta

2.1 Tuotekehitystoiminnan tavoitteet

Käyttäjälähtöisestä näkökulmasta tuotekehittelyn tavoitteet jaetaan neljään luokkaan:

1. Kenelle ja mihin tarkoitukseen: käyttäjät ja heidän tarpeet, millaiseen käyttötarkoitukseen ja tilanteisiin ?
2. Millaiseen toiminnallisuuteen pyritään: Mitä kehityskohteella tehdään, millaisia ominaisuuksia siinä on ja mikä on sen tyyli ?
3. Millaisia staattisia ratkaisuja haetaan: Millaisilla ratkaisuilla toteutetaan edelliset ?
4. Millaista laatua tavoitellaan: Tarpeiden tyydyttämisen kattavuus, käytettävyys ja kompromissit ?

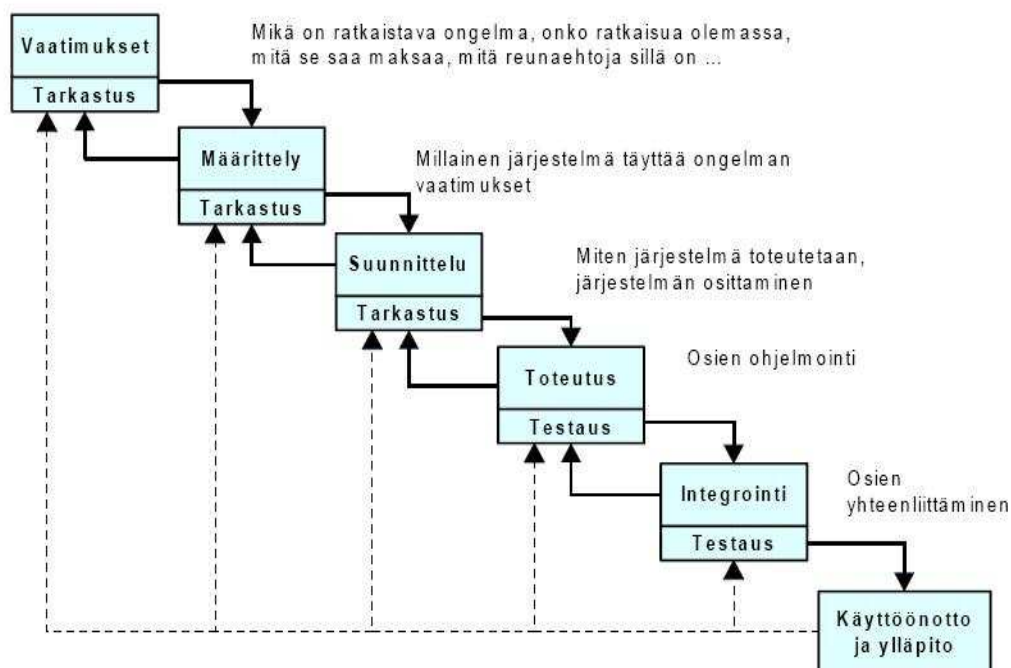
2.2 Tuotekehitysprosessi ja organisaation strategia

2.2.1 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitysprosessin toteuttamisessa sovelletaan laatujärjestelmien tuottamia toteutusmalleja. Puolustusvoimien tuotekehitysprosesseissa sovelletaan elinkaarimallia. Elinkaarimallin avulla ohjelmistotyön vaiheita ja ongelmia voidaan tarkastella systemaattisesti. Elinkaarimalleja on olemassa useita ja mallin valinnassa tulee aina huomioida käytettävissä olevat välineet ja ohjelmien tekijöiden suoritustaso. Osa malleista sisältää vain tuotteen valmistusvaiheen, osa kattaa koko tuotteen elinkaaren.

Vesiputousmalli

Vesiputousmalli (kuvassa 1) on tyypillisin vaihejakomalli. Siinä järjestelmän kehittäminen nähdään vakaasti eteenpäin kulkevana prosessina, jossa ei ole takaisinkytkentöjä. Ideaalisissa tapauksissa näin voi käydä, mutta käytännön työskentelyssä vaiheet ovat melkein aina toisistaan riippuvia.



KUVA 1. Vesiputousmalli (Haikala, Märijärvi. 2003.)

Melko usein tietyn vaiheen suoritus paljastaa edellisen vaiheen virheitä, vaikka kaikkiin vaiheisiin pitääkin liittyä laadunvarmistusta. Tällöin prosessin on peruutettava takaisin virheiden korjaamiseksi. Malli kuvaa ohjelmistoprosesseille tyypillisen iteroinnin erittäin huonosti. Mallissa myös edellisen vaiheen loppupiste on seuraavan vaiheen syöttöpiste, joka edelleen hankaloittaa paluuta koska tarkistukset ja dokumentoinnit suoritetaan vaiheiden päätyttyä. (Haikala, Märijärvi. 2003.)

Vesiputousmalli toimii hyvin, kun tiedetään tarkkaan mitä ollaan tekemässä, projekti on suhteellisen pieni ja aihealue tuttu. Projekti aloitetaan esiselvitysvaiheella, jossa asetetaan varsinaiset järjestelmätason yleiset vaatimukset. Vaiheesta käytetään puolustusvoimissa myös nimitystä käyttäjävaatimukset, koska tällöin määritetään tuotteen varsinaiset käyttäjän tarpeet ottamatta kantaa teknologioihin ja toteutustapoihin.

Määrittelyvaiheessa käyttäjävaatimuksia analysoidaan ja niistä johdetaan ohjelmistovaatimukset, eli kuvataan mitä ohjelman pitää tehdä. Tämän määrittelyn tuloksena syntyvää dokumenttia kutsutaan toiminnalliseksi määrittelyksi. Se kuvaa ohjelman toiminnot, tiedon kulun ja sisällön sekä toteutukselle asetettavat ei-toiminnalliset vaatimukset. (Fenton, Pfleeger. 1998.)

Suunnitteluvaiheessa ratkaistaan ohjelman toteutukseen liittyvät asiat kuten ohjelmiston toteutus ja sen suorittamat tehtävät. Järjestelmä jaetaan arkkitehtuurisuunnittelussa itsenäisiin moduuleihin, jotka dokumentoidaan teknisessä määrittelyssä. Arkkitehtuurisuunnittelusta seuraa moduulisuunnittelu, jossa suunnitellaan moduulin sisäinen rakenne.

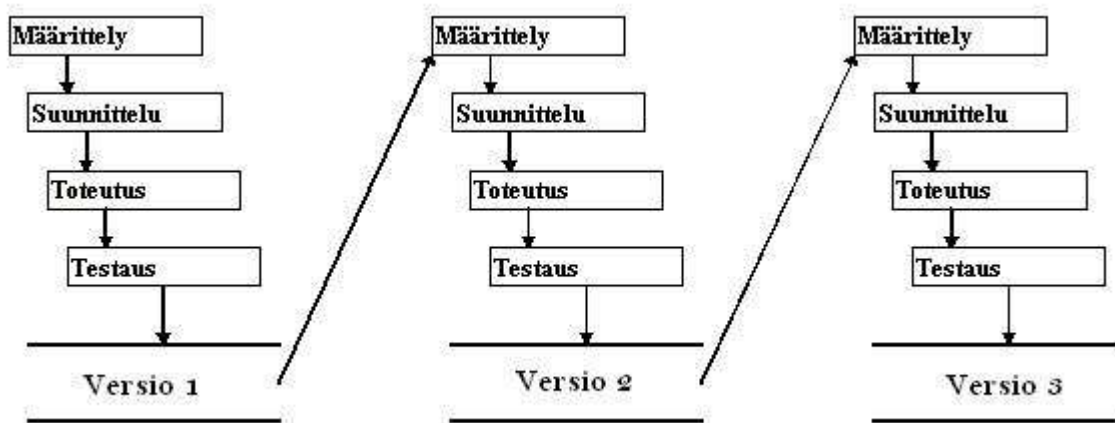
Toteutusvaihe on varsinaista koodin kirjoitusta ja sen testausta.

Integroinnissa ja käyttöönotossa testataan järjestelmän ja sen vaatimusten yhtenevyyttä. Integroititestaus suunnitellaan integroinnin yhteydessä ja moduulitestaus moduulisuunnittelun yhteydessä.

Ylläpito on käyttäjän kannalta tärkein näkökulma ohjelmiston elinkaareissa. Ylläpito alkaa ennen toimitusta, jolloin tuote on rakennettava alusta alkaen helposti ylläpidettäväksi. Ylläpitoon kuuluu asiakkaan ongelmien ratkominen, virheiden korjaus, muutokset ja uusien ominaisuuksien lisääminen.

EVO-malli

EVO-malli muodostuu kuvan 2 mukaisesti useasta peräkkäisestä vesiputousmallista, jossa jokaisen kierroksen tuloksena syntyy järjestelmästä uusi versio. Uutta versiota kehitetään seuraavilla kierroksilla edelleen edellisen version palautteen perusteella. Käytännössä useimmat tuotekehityshankkeet viedään läpi evo-mallin mukaisesti, lukuun ottamatta tarkasti määritettyjä asiakasprojekteja, joissa vesiputousmalli on toimivampi.

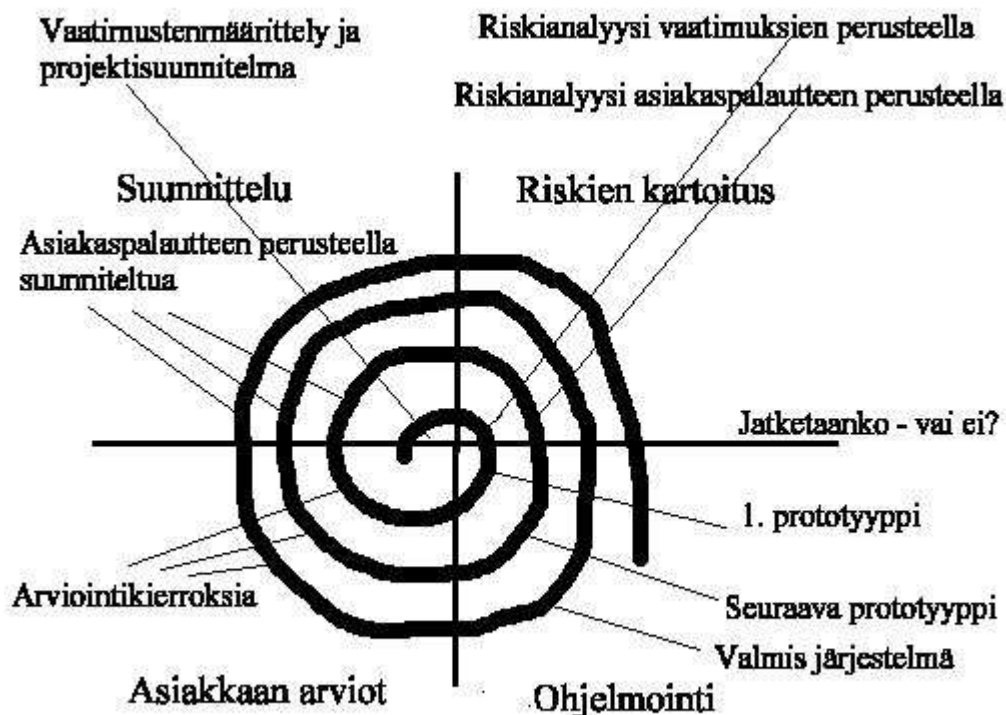


KUVA 2. Evo-malli (Bonfatti, Bonfatti. 1999.)

Evo-mallin muunnoksessa, inkrementaalisisessa mallissa, tuotetta kehitetään pienemmissä vaiheissa projektin sisällä. Malli yhdistelee lineaari-, prototyyppi- ja iteroivan mallin ominaisuuksia. Kunkin kehityskierroksen tuloksena saadaan toimiva järjestelmä tai sen osa. Inkrementaalinen malli soveltuu parhaiten suurten tai huonosti määritettyjen ohjelmistojen kehittelyyn, joissa pohjana ovat käytötapaaukset. Tässä mallissa ohjelmisto jaetaan sykleihin siten, että ensimmäisessä syklissä valitaan vain muutamia keskeisimpiä käytötapaauksia, joihin toteutetaan järjestelmän ensimmäinen versio. Valitut tapaukset on oltava sellaisia, joihin liittyy suurimmat riskit ja haasteet, jotka ratkaisevat suunnittelun sekä toteutuksen onnistumisen mahdollisuuden. Tästä versiosta saatujen käyttökokemusten ja palautteiden perusteella lisätään ja täsmennetään seuraavan syklin käytötapaaukset, ja toteutetaan niiden toiminnallisuus. Sykliä toistamalla kehitetään ohjelmisto kattamaan kaikki tarvittavat käytötapaaukset. (Bonfatti, Bonfatti. 1999.)

Spiraalimalli

Spiraalimalli (kuvassa 3) on evolutionäärinen malli, jossa yhdistetään vesiputous- ja prototyyppimalli sekä riskianalyysi. Spiraalimallissa toistetaan joka kehityskierroksella samat vaiheet, myös ideointi, ja jokainen kierros tuottaa jonkinlaisen mallin kehityskohteesta. Evoluutiokierrokset jaetaan tehtäväalueisiin, joita on spiraalin mallista riippuen 3-6: käyttäjävaatimukset, suunnittelu, riskianalyysi, toteutus, integrointi, vastaanotto ja käyttäjän palaute. Uuden kierroksen aloituksesta päätetään käyttäjän palautteen perusteella.



KUVA 3. Spiraalimalli (Strömman. 2002.)

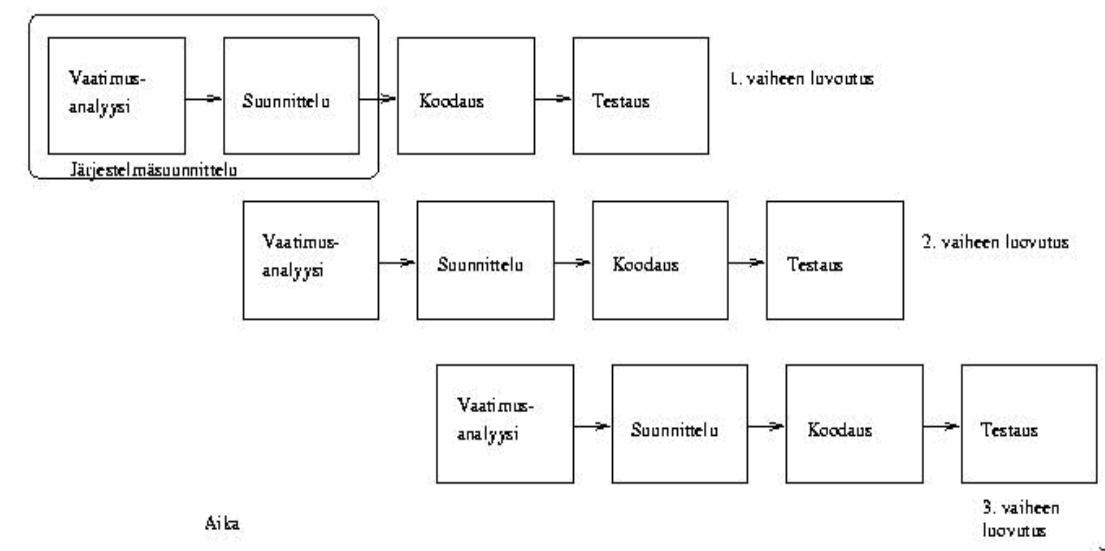
Spiraalimallin eräs muunnos on komponenttimalli. Mallissa jokainen spiraali aloitetaan identifioimalla ja analysoimalla edellisen kierroksen ongelmakohtia. Mikäli komponenttikirjastosta löytyy valmiita komponentteja, käytetään niitä ongelmien korjaamiseen. Jos valmiita komponentteja ei löydy, tuotetaan niitä komponenttikirjastoon. Uusi sovellus tehdään kokoamalla se komponenttikirjaston valikoimasta. (Strömman. 2002.)

Protoilumalli

Protoilumallissa tuotteesta tehdään ensin prototyyppi, jossa toteutetaan mahdollisimman paljon lopullisen järjestelmän piirteitä, ei kuitenkaan kaikkia. Prototyypit soveltuvat erityisesti uusien teknisten ratkaisujen testauksiin tai kun projektissa on ennalta tuntemattomia osa-alueita. Prototyyppi voidaan toteuttaa nopeasti esimerkiksi vesiputousmallin mukaisesti.

RAD-malli

RAD-mallissa (kuva 4) (Rapid Application Development) tavoitteena on toimivan järjestelmän rakentaminen mahdollisimman nopeasti ja kompromisseja hyväksyen. (Maner. 1997.) Sen mukaisesti ohjelmistotuote pyritään tekemään nopeasti jakamalla projekti useisiin saman aikaan tuotettaviin osiin. Valmiiden ohjelmistokomponenttien käyttö ja uudet sovelluskehittimet nopeuttavat tuotteen valmistusta ja osien yhdistelemistä.



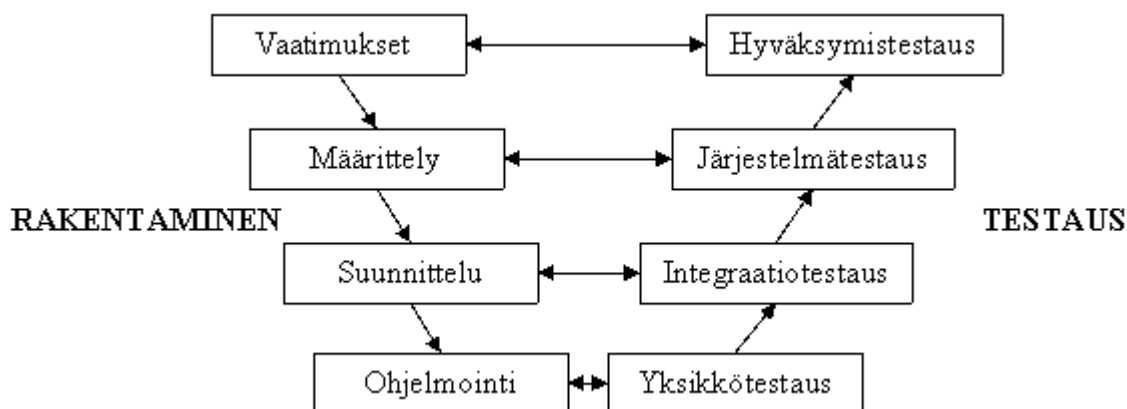
KUVA 4. RAD-malli (Maner. 1997.)

Mallin perustana on 80/20-sääntö, jonka mukaan 80 % ohjelmasta vaatii 20 % työajasta (Maner. 1997.) RAD-mallin nopealla tuloksien tuottamisella saadaan asiakas tiiviisti suunnittelutyöhön mukaan, vähennetään muuttuvista vaatimuksista aiheutuvia haittoja sekä pysytään helpommin aikataulussa. RAD-malli toimii silloin, kun asiakas on valmis tekemään kompromisseja ohjelmiston toimintojen ja laadun suhteen, luotettavuus ei ole kriittinen vaatimus ja sovelluksien sekä niiden osien rajapinnat ovat pienet. (Maner. 1997.)

V-malli

V-malli (kuva 5) kytkee ohjelmistojen suunnitteluun niiden samanaikaisen testauksen. Mallissa jokaiseen ohjelmiston vaiheeseen liitetään samanaikainen testauksen suunnittelu ja toteutus. Kussakin testausvaiheessa ohjel-

miston toimintaa verrataan vastaavaan ohjelmointivaiheen tuottamaan dokumenttiin. Integroititestauksessa testataan yksikkötestauksen komponenttien yhteensopivuus. Tällöin testaus on pääosin komponenttien rajapintojen testausta sekä tuotantovaiheen dokumenttien vertaamista tuotteeseen.

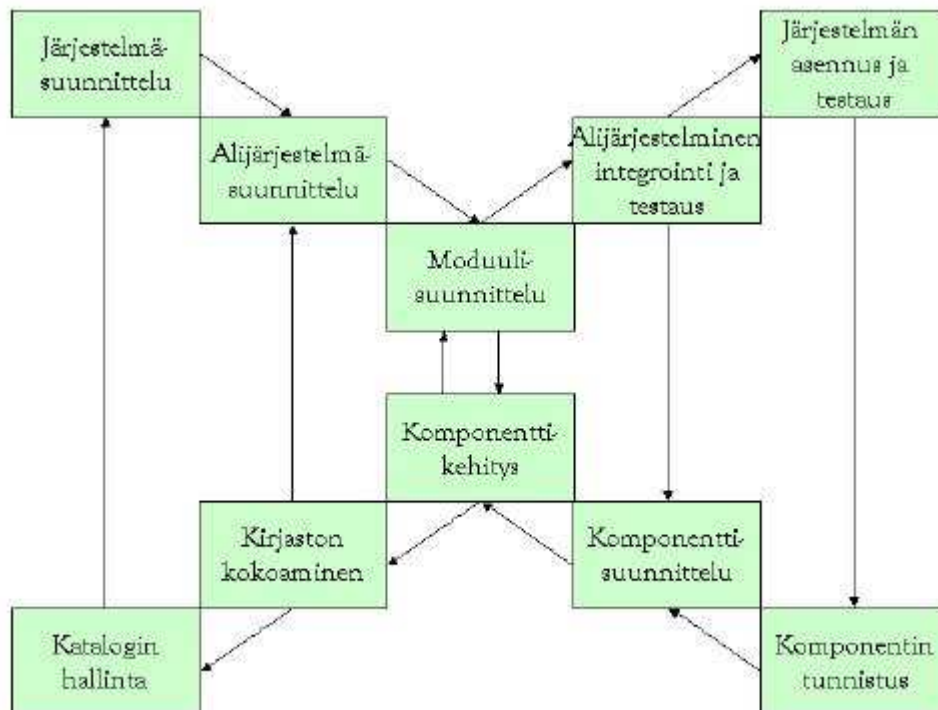


KUVA 5. V-malli (Keinonen. 2005.)

Mallin oikeassa haarassa testataan ensin yksittäisten moduulien sisäinen toimivuus, jonka jälkeen moduulit integroidaan sekä testataan moduulien yhteistoiminta. Vasemmassa haarassa tuotetaan ohjelmisto vesiputousmallin mukaisesti. Mallin erityisinä ongelmoina ovat käyttäjän palautteen saaminen vasta prosessin lopussa ja edellisten vaiheiden iteroinnin jättäminen huomiotta.

X-malli

X-malli (kuva 6) esittää tuotettavan ohjelmiston koostamisprosessia. Mallissa on rinnakkaiset kehityspolut: eteenpäin johtava polku kuvaa uuden tuotteen kehittämistä lineaarisesti, käännteinen polku kuvaa uudelleenkäytettävien komponenttien tunnistusta, rakentamista ja luokittelua. Uudelleenkäytettävät komponentit tunnistetaan joko olemassa olevien järjestelmien analysoinnilla tai määrittämällä fyysisesti merkittäviä kokonaisuuksia. Tunnistetut komponentit suunnitellaan uudelleenkäyttöä varten koostamalla samankaltaisista komponenteista yhtenevä, parametrisoitu moduuli, jolla on tarkoin määritetyt rajapinnat. (Strömman. 2002.)



KUVA 6. X-malli (Bonfatti, Bonfatti. 1999.)

Komponenttien kehitysvaiheessa toteutetaan suunnitteluvaiheen ajatukset. Uudelleenkäytettävien komponenttien kehittäminen voidaan aloittaa perinteisemmin myös suoraan järjestelmän määrittelyistä, eli moduulien suunnitteluvaiheesta. Prosessin lopussa valmiit komponentit kootaan kirjastoksi, jossa kuvataan komponenttien toiminnot, funktiot, muuttujat sekä parametrit. Komponenttikirjastoissa täytyy lisäksi dokumentoida komponenttien käyttö eri projekteissa ja tuotteissa sekä komponenttien muunnokset.

XP-malli

Sukupolven muutosta ohjelmoinnissa on tuonut mukanaan XP-malli (Extreme Programming). (Puronranta. 2003.) Se painottaa tiimityöskentelyä johtajien, asiakkaiden ja kehittäjien kesken. Määrittelyissä käytetään käytötapaustekniikkaa. Käyttötapaus on määritelty sarjaksi järjestelmän toimintoja, joiden tehtävä on tuottaa vaadittu lopputulos. Käyttötapaukset kirjataan selväkielisenä asiakkaan käyttämäksi, ei teknisenä tekstinä. Tekstit sisältävät käyttäjän nä-

kökulmasta tehtäväkokonaisuuden tai toiminnon joka halutaan suorittaa tai jonka tulos halutaan nähdä. Tapausten kirjoittamisen jälkeen tuottajat ja käyttäjät iteroivat tapausten sisältämää tietoa niin kauan, että tapaukset voidaan muuttaa ohjelmallisiksi kuvauksiksi ja aloittaa ohjelmointi. Varsinaista teknisen suunnittelun vaihetta ei ole, vaan se tehdään jokaisessa käyttötapauksessa erikseen. Kokonaista järjestelmää ei suunnitella yhtenä kokonaisuutena.

XP:n suurin ero muihin malleihin verrattuna on, että ennen ohjelmoinnin aloitusta suunnitellaan testaus. Kaikissa extreme-lajeissa kokemuksen ollessa hetkellinen ja äärimmäinen, myös ohjelmointi suoritetaan vain tätä hetkeä varten mahdollisimman nopeasti. Ohjelmoinnissa ei varauduta arkkitehtuurimuutoksiin, ohjelman suuriin muutoksiin tai vakiokomponenttien suunnitteluun ja valmistukseen. (Puronranta. 2003.)

Nopeissa sykleissä, usein jopa monesti päivässä, tapahtuvilla iteroinneilla ja testauksilla saavutetaan virheettömyys ja jatkuva tieto lopputuotteen tilasta. XP-mallin teoria muussa kuin ohjelmistojen suunnittelussa on vanha ja xp-mallikin on muunnos ketterästä ohjelmistokehityksestä. Mallin yksinkertaista suunnittelurakennetta on helppo muuttaa, testaus on melkeinpä jatkuvaa kuten myös iterointi. Nopeassa testausykyllä saadaan myös palaute pian, jolloin muutosvaatimukseen vastataan nopeasti. Toisaalta menetelmä voi myös tuhlaa resursseja jatkuvalla työskentelyllä. (Puronranta. 2003.)

2.2.2 Toimintastrategia

Toimintastrategia on tietoista valintaa organisaation roolista muuttuvassa toimintaympäristössään. Strategian laatimisen lähtökohtana ovat siis toimintaympäristön muuttumisen jatkuva arviointi ja analyyttinen oman tahtotilan määrittäminen. (Herranen. 2002.) Kun toimintaympäristön mahdolliset tulevat muutokset on arvioitu, voidaan niiden perusteella määrittää oman kehityksen tuleva tavoitetila eli visio, mitä halutaan saavuttaa suorituskäyvyn kehityksessä tarkastelujaksolla. Asetettavat välitavoitteet ja etenemisessä noudatettava suunnan valinta muodostavat toimintastrategian.

Puolustushallinnon rauhanajan toimintastrategian suunnittelu ja ohjaus muodostuu erilaisista, toisiinsa liittyvistä prosesseista. Strategian suunnittelulla määritetään noin 10–20 vuoden aikavälillä alan pitkän tähtäimen tavoitetilä ja arvioidaan toimintamalleja tilan saavuttamiseksi.

Toimintastrategia vastaa kysymykseen ”Miksi”. Yritystoiminnassa tätä toimintostrategiaa vastaa liiketoimintastrategia. Omassa organisaatiossamme, joka on tuotteita ja palveluita käyttävä organisaatio, toimintastrategia vastaa kysymykseen miksi jokin toiminto tai tehtävä on suoritettava. Olemassaolon syiden kannalta sekä siviili- että sotilasorganisaatioissa tämän strategian peruskysymys on ” Miksi olemme olemassa ?”. Tästä seuraa jatkokysymys ” Miten tavoitteeseen päästään ?”. Puolustushallinnon strategian suunnittelu on monitasoinen kokonaisuus, jossa ylimmällä tasolla ovat hallitusohjelmat, puolustusministeriön osastostrategiat, turvallisuus- ja puolustuspoliittiset selonteot sekä ”Kansallisen varautumisen strategia”-asiakirjakokonaisuus”. (Herranen. 2002.)

Käyttäjän kannalta tuote on hyödyke, jota ei hankita sen fyysisen rakenteen takia, vaan täyttämään jotkin tarpeet ja avustamaan tavoitteiden pääsyä. Käyttäjän tarpeet muuttuvat pitkällä aikavälillä tarkasteltuna jatkuvasti ja tämä muutos on tuotesuunnittelua ylläpitävä tekijä. Tarpeet ja vaatimukset voidaan täyttää monella eri tavalla, siksi tuotesuunnittelun ongelmiin ei ole yhtä ainoaa ratkaisua vaan ne ovat usein kompromisseja.

Tuotekehityksen strateginen johtaminen on pyrkimystä oppia ymmärtämään menestymisen perusteita ja tuotekehitykseen kohdistuvia odotuksia. (Herranen. 2002.) Strategian suunnittelun lähtökohtana on organisaation visio. Strategian suunnittelun avulla pyritään löytämään oikeat menetelmät vision toteuttamiseksi. Strategian suunnittelusta ja toteuttamisesta on useita erilaisia toimintamalleja. Toiminta ei kuitenkaan ole aina suoraviivaista, analyttistä ja mallien mukaista, vaan enemmänkin vaistonvaraista ja kokeilevaa joka perustuu aikaisempiin kokemuksiin sekä tietoon.

Uuteen tuotteeseen perustuva strategia on vaativaa, pitkäjänteistä ja osaamista edellyttävä strategia johon liittyy paljon riskejä toiminnan vaikean ennustettavuuden vuoksi. Jäljittelijä kopioi muiden toimintatapoja sekä tuotteita selviten tuotekehityksestä halvalla ja nopeasti mutta antamatta mitään uutta lisäarvoa tuotteille. Rinnakkaisen kilpailemisen tai toiminnan strategia on yleisin strategia. Siinä menestymiseen tarvitaan havaintoja toisten vastaavien organisaatioiden toiminnassa. Myös puolustusvoimien toimissa rinnakkaisuus on joidenkin toimialojen strategiana, jolloin ei tehdä itse ihan samaa kuin naapurimaissa. (Herranen. 2002.)

2.2.3 Tuote- ja teknologiastrategia

Tuotestrategia kertoo kuinka organisaatio pyrkii päämääräänsä tuotekehitystoiminnan avulla. Se sitoo tuotekehityksen organisaation muuhun strategiaan siten, että uudet tuotteet tulevat osaksi toiminnan kokonaisstrategiaa. Puolustusvoimissa tuotestrategia on pääosin koko organisaation kattava. Jokaisella aselajilla ja puolustushaaralla on omia toiveita ja vaatimuksia, joita yhteensopivuusedellytykset rajoittavat.

Puolustusvoimissa tuotestrategian täytyy kyetä vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

1. Millaisessa toimintaympäristössä puolustusvoimien on kyettävä toimimaan ?

Maavoimien toimintasuunnitelman luonnos määrittää toimintaympäristön. Puolustusratkaisu perustuu kansalaisten vahvaan maanpuolustustahtoon, yleiseen asevelvollisuuteen ja alueelliseen puolustukseen. Puolustusvoimat osallistuu aktiivisesti viranomaisten väliseen yhteistyöhön. Puolustusvoimissa parannetaan kykyä antaa virka-apuna henkilöstöä, joukkoja ja materiaalia muiden viranomaisten käyttöön laatimalla suunnitelma muiden viranomaisten tukemiseksi. Kriisinhallintaoperaatiot muuttuvat nykyistä vaativimmaksi ja edel-

lyttävät nykytasoon verrattuna enemmän resursseja sekä suorituskkyä kaikissa ympäristöolosuhteissa.

Kyky osallistua vaativampiin ja nopeammin käynnistettäviin kriisinhallintaoperaatioihin huomioidaan materiaalihankinnoissa ja suunnittelussa. Tämä edellyttää nykyistä parempaa valmiutta, varustusta ja erikoiskoulutusta. Painopisteenä on operaatioiden kokonaisvaltainen suunnittelu ja viranomaisyhteistyön kehittäminen operaatiotasolla. Näihin tehtäviin käytetään niitä suorituskkyä, jotka rakennetaan ja ylläpidetään Suomen sotilaallista puolustusta varten.

2. Onko Puolustusvoimat teknologian edelläkävijä vai perässä kulkija ?

Koska teknologia kehitty kiihtyvällä vauhdilla, materiaalin hankinnoissa on tehtävä muutaman vuoden ajanjaksolla valintoja omasta strategiasta. IT-alalla puolustusvoimat on tukeutunut paljon kotimaan osaamiseen, erityisesti johtamisjärjestelmälalla, jossa on tehty omia räätälöityjä sovelluksia. Tällä alalla on myös pyritty olemaan edelläkävijä. Muissa ohjelmistoissa seurataan kotimaan teollisuuden ja hallinnon periaatteita.

Kahdella suurimmalla tekniikan alueella, elektroniikassa ja ajoneuvotekniikassa pääperiaatteena on hankkia testattua ja valmista tekniikkaa ja siis käytössä olevaa kalustoa. Tällöin vaativat, aikaa ja rahaa vievät testaukset ja muutokset on jo tehty. Puolivalmiisiin tuotteisiin tehdään vain pieniä muutoksia tai asennetaan valmiita järjestelmiä.

3. Kuinka laaja materiaalivalikoima on käytössä ?

Puolustusministeriön laatima materiaalipoliittinen strategia (Puolustusministeriö. 2007.) määrittää, millainen materiaalivalikoima on käytössä ja millä perusteilla uuta sotamateriaalia kehitetään. Huolto- ja ylläpito-organisaatiot asettavat vaatimuksia sekä rajoituksia materiaalivalikoiman laajuudelle.

4. Millaisilla resursseilla tutkimusta ja tuotekehitystä tehdään ?

Teknologiastrategia on pitkän aikavälin suunnitelma, jolla määritetään tulevan teknisen tutkimuksen ja tuotekehityksen suunta. (Pelin. 2002.) Sen laatiminen on prosessi, jolla sitoutetaan henkilöstö tiettyihin yhteensopiviin valintoihin ja tavoitteisiin. Uusi teknologia luodaan aina tuottamaan haluttua suorituskkyä ja ratkaisemaan siihen liittyviä, olemassa olevia ongelmia. Teknologian soveltaminen myös paikallistaa uusia, ennen tuntemattomia ongelmia tai mahdollisuuksia, joihin tarvitaan ratkaisuja. Tästä syystä teknologinen kehitys on jatkuvaa ja nopeutuvaa. Teknologiastrategiyan kriittisin kysymys on ehkä perusteltujen valintojen tekeminen. Oikein suunniteltu strategia antaa valmiudet tehdä järkeviä valintoja.

Strategian laatiminen ja ylläpito vaatii jaksottaisen tulevaisuuden suunnan arvioinnin. Pitkän aikajakson ennustaminen ei tunnetusti ole helppoa, mutta kun huomioidaan tietyt teknologian ja oman toiminnan reunaehdot, päästään jonkinlaiseen arvioon. Puolustusvoimissa strategiat laaditaan 10 ja 20 vuoden ajalle, kvartaalitalouden yrityksissä tunnetusti huomattavasti lyhyemmäksi ajaksi. Teknologisen kehityksen ennustamisen yleisin menetelmä on trendianalyysi, jossa tulevaisuus on lähiajan jatke. Analysoitavan aineiston keräämistä ja trendin projektointi riippuu teknologia-alueesta.

2.2.4 Toteutusstrategia

Tuotekehitys- ja hankintastrategian keskeinen tavoite on sotilaallisen huoltovarmuuden turvaaminen. Keinoja huoltovarmuuden turvaamiseksi ovat (Puolustusministeriö. 2007.):

- kriittisen puolustusmateriaalin ennakoiva hankinta
- hankinnat kotimaiselta teollisuudelta
- kotimaisen puolustusmateriaaliteollisuuden roolin korostaminen myös ulkomailta suoritettavissa hankinnoissa, huolto ja kunnossapito kotimaassa
- kumppanuussopimukset teollisuuden kanssa

- kotimaisen alan tutkimuksen toimintaedellytysten tukeminen
- hankittavan materiaalin yhteensopivuus
- kansainvälinen yhteistyö.

Suuriin ulkomaisiin tuotekehityshankkeisiin sisällytettävällä teollisen yhteistyön velvoitteella on tavoitteena turvata hankittavan materiaalin ylläpito- ja yhteensovittamisosaaminen. Lisäksi se mahdollistaa kotimaisen teollisuuden osallistuminen hankintoihin ja uuden teknologian saanti teollisuus- ja tutkimusyhteistyön käyttöön.

Etusijalla on kotimaisen teollisuuden kanssa tapahtuva ja hankkeeseen liittyvä suora teollinen yhteistyö, jolla turvataan hankittavan materiaalin ylläpito- ja yhteensovittamisosaaminen. Tuotekehityshankkeessa on määriteltävä, minkälaista osaamista hankinta edellyttää kotimaiselta teollisuudelta.

Epäsuora teollinen yhteistyö tukee turvallisuus- ja puolustusteollisuuden kilpailukykyä ja siten myös huoltovarmuutta. Eri hankintojen teollisen yhteistyön velvoitteita täytyy koordinoita mahdollisimman suuren hyödyn saamiseksi puolustusvoimille sekä kotimaiselle turvallisuus- ja puolustusmateriaalteollisuudelle.

Teollisuuden mahdollisuuksia osallistua hankkeisiin jo niiden suunnitteluvaiheessa tulee parantaa. Keinona on mm. kehittämisohjelmia tukevien projektiryhmien perustaminen eli ns. IPT -menettely. Jos hankittavan materiaalin elinjakson aikainen huolto- ja ylläpito tullaan tekemään kumppaniyrityksessä, tulee kumppani ottaa mukaan hankinnan valmisteluun jo esisuunnitteluvaiheessa. (Puolustusministeriö. 2007.)

2.3 Innovaatioprosessi

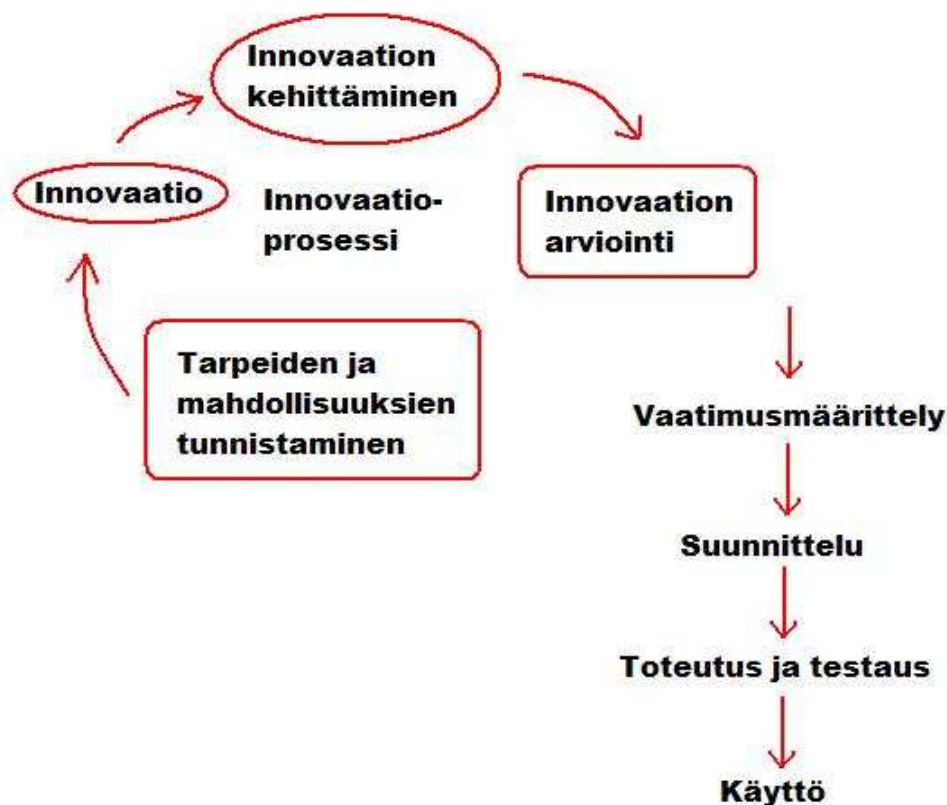
Ohjelmistosuunnittelussa innovaatio on esimerkiksi uusi tai olennaisesti parannettu tapa toteuttaa jokin toiminta. Innovaatiolla tarkoitettiin alkujaan täysin uusien asioiden tekemistä tai vanhojen asioiden tekemistä uudella tavalla. Myöhemmin käsitteeseen lisättiin ja myös alettiin korostaa näiden asioiden kaupallistamista. Tällöin innovaatio termi muodostui synonyymiksi termille

”uusi tuote”. Mainonta on antanut sanalle luovuuden kannalta huomattavasti köyhemmän merkityksen korostamalla innovatiivisuutta enimmäkseen ulkonäköön vaikuttavissa tekijöissä, jättäen kuoren sisällä olevat ominaisuudet tai niiden muuttumattomuus usein huomioimatta.

Uusi tuote tai tapa tehdä asioita syntyy luovasta keksinnöstä. Keksinnön lähtökohta voi olla aivan uusi tai se voi olla jokin vanha perinteinen asia, johon liitetään uusia ominaisuuksia. (Ikävalko. 2004.)

Innovaatioihin liittyvät mallit ja käytännöt ovat muuttuneet innovaatiotutkimuksen historian aikana. Innovaatioprosessi kuvaa aina organisaation toimintaprosessin strategiasta uuteen tuotteeseen tai tapaan toimia. (Helsingin yliopisto. 2006.) Innovaatioprosessi voi olla siis huomattavasti laajempi käsite kuin tuotekehitysprosessi, mikäli innovaatio johtaa esimerkiksi kaupallisesti kannattavaan tuoteideaan.

Pelkistetyimmillään innovaatioprosessi on useita lineaarisesti eteneviä toimintoja (kuva 7). Prosessissa edetään tarpeesta tuotteeseen.

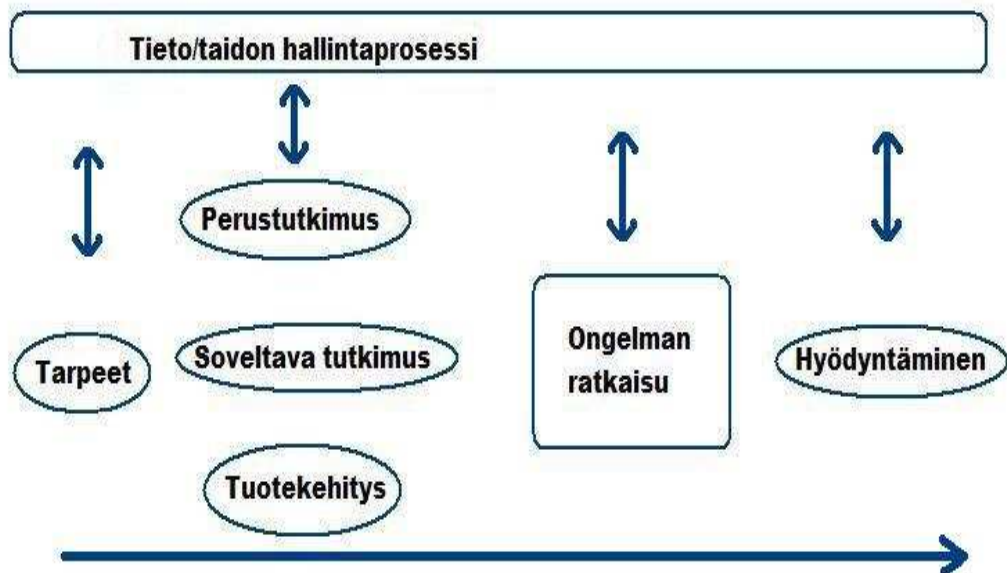


KUVA 7. Innovaatioprosessin yksinkertaistettu malli (Ikävalko. 2004.)

Tässä mallissa innovaatioprosessin alkupään päätökset määrittävät prosessin myöhemmässä vaiheessa tehtäviä asioita. Varsinaisen tuoteratkaisun rinnalla suunnitellaan samanaikaisesti siihen liittyviä palveluita ja tukitoimintoja tai ansaintalogiikkaa. Innovaatioprosessin alkupäässä tehdään esimerkiksi tuotekonseptin tarkentamista, määritellään tuotteen ominaisuudet ja vaatimukset, valmistellaan tarjouspyynnöt ja projektisuunnitelmat. Innovaatioprosessin alkupään tuloksena syntyvät tuotekonseptin määritelmä, vaatimukset tuotteelle ja linkitys toimintastrategiaan. Alkupään työvälineinä käytetään esimerkiksi skenaariotekniikkaa, peste-analyysia ja STT-tekijöiden tunnistaminen. Innovaatioprosessi etenee kurinalaisesti ja järjestelmällisesti. Jokaisessa prosessin vaiheessa suoritetaan perusteellinen aineiston hankinta sekä analysointi. Prosessimallin suurimpia heikkouksia on eri vaiheiden välinen kommunikointi, jolloin edelliseen vaiheeseen liittyviin uusiin syötteisiin ei välttämättä reagoida. (Ikävalko. 2004.)

Käytännössä prosessi ei ole useinkaan lineaarinen, vaan se on enemmän tai vähemmän vuorovaikutteinen kokonaisprosessi. Prosessissa suoritetaan useita eri vaiheita samanaikaisesti, jolloin uusi, muista prosessin vaiheista tuleva tieto huomioidaan innovaatioprosessin muissa osissa. Yksinkertaistetussa innovaatioprosessin mallissa esimerkiksi tuotekehitys ei voinut vaikuttaa soveltavan tutkimuksen suuntaan kuten käytännön innovaatioprosessissa. Tällöin tuotteesta voidaan käytännön prosessissa tehdä tutkimusvaiheessa käyttäjälle paremmin soveltuva. Käytännön innovaatioprosessin onnistumiseen vaikuttavat osallistujien yhteistyökyvyt, verkostoituminen, projektiosaaminen ja eri prosessien päällekkäisyys.

Innovaatioprosessin alkua pidetään usein jäsentelemättömänä prosessina, jonka kuvaamien prosessikaavioilla on tuntunut mahdottomalta. Vaikka alkupäätä ei voida yleispätevästi mallintaa, on siinä usein samanlaisia, toistuvia tehtäviä kuten kuvassa 8. Oleellisinta innovaatioprosessissa on aina tavoitteiden asettaminen ja asiakkaan/käyttäjän todellisten tarpeiden riittävän laaja tunnistus.



KUVA 8. Käytännön innovaatioprosessi (Ikävalko. 2004.)

Tuotekehitys tarvitsee kattavaa käyttäjätietoa innovaatioprosessin aikaisissa vaiheissa. Tarpeiden pirstoutuminen sekä teknologian ja käyttäjäkunnan monipuolistuminen lisäävät innovaatioprosessin epävarmuustekijöitä. (Ikävalko. 2004.)

Käyttäjätiedon avulla voidaan sekä parantaa innovaatioiden laatua, että pienentää niiden käyttöönottoon liittyviä riskejä. Tuotekehityksen kannalta on toivottavaa, että käyttäjätietoa saadaan sopivan aikaisessa vaiheessa (KUVA 9), jolloin siihen voidaan reagoida. Innovaatiot tulisi testata mahdollisimman aikaisessa vaiheessa sellaisilla käyttäjillä, jotka eivät tunne tuotetta tai sen kehityshistoriaa. Tällöin testikäyttäjät voivat tarjota ulkopuolisen näkemyksen siitä, missä vaiheessa innovaatio on.



KUVA 9. Käyttöönottoa aikaistetaan testikäyttäjillä (Heiskanen ym. 2007.)

Käyttäjien mukaanoton aikaistaminen luo uusia mahdollisuuksia erityisesti innovaatioprosessin laadulliseen parantumiseen lisääntyvän monimuotoisuuden

den myötä. Kehitteillä oleva tuote voidaan tällöin nähdä eräänlaisena tuotealustana, jolle tulevat tuotteet, tuoteversiot ja tuoteperheet rakennetaan. Mukaanotto rohkaisee myös hyödyntämään tuotekehityksessä ei-käyttäjien panostusta – sekä niiden käyttäjien mielipiteitä, jotka eivät vielä ole tutustuneet tuotteeseen että myös niiden, jotka eivät tule käyttämään tuotetta. Käyttäjien osallistumisen tuotekehitystä rikastuttava vaikutus ei ole aina itsestäänselvyys. Siksi on tärkeää seurata, miten käyttäjien osallistuminen tosiasiasa vahvistaa yrityksen käyttäjätuntemusta sekä tuotekehityksen ja käyttäjien vuorovaikutusta. (Heiskanen ym. 2007.)

Käyttäjän mukaan ottamisessa tuotekehitysprosessiin on mm. seuraavia etuja (Heiskanen ym. 2007.):

- ✚ käyttäjätuntemuksen kertyminen projektihenkilöille ja liittyminen projektikulttuuriin
- ✚ välitön yhteys tuleviin käyttäjiin
- ✚ välitön palaute kehittämiskohteista ja ideoinnista
- ✚ tieto innovaation mahdollisuuksista ja rajoitteista
- ✚ palaute heti prototyypppeihin ja tuotekonsepteihin
- ✚ tuotekehitysprosessin käytännönläheisyys kasvaa

Ongelmatilanteita syntyy esimerkiksi siitä, kuka edustaa käyttäjää ja miten käyttäjien näkemykset siirretään suunnitteluprosessiin, milloin prosessiin tulisi osallistua kokeneita ja asiantuntevia ja milloin taas tavallisia käyttäjiä. Tarkasteltavaa on myös se, pystyvätkö käyttäjät tuomaan riittävän panoksen kehitteillä olevan tuotteen innovaatioprosessiin ja saavatko he tarpeellista kokemusta. Lisäksi kysymyksiä herättää se, miten käyttäjätutkimuksen ja käyttäjien suoran osallistumisen kautta saadut ideat pystytään muuntamaan käytännön suunnitteluratkaisuiksi ja miten hyödyllisiä käyttäjien mielipiteet ovat tuotekehityksessä.

2.4 Tuotteen elinkaari ja sen hallinta

Tuotteen elinkaaren hallinta, PLM (*Product Lifecycle Management*), hallitsee erilaisten ohjelmistokokonaisuuksien avulla tuotteeseen liittyvät tiedot ja pro-

sessit sekä huolehtii niiden käytettävyydestä ja oikeellisuudesta tuotteen elinkaaren ajan. Ohjelmisto kerää kaikki tuotteeseen liittyvät tiedot yhteen tietojärjestelmään, koko toimintaketjun helposti saavutettavaksi. Järjestelmä tukee verkostoitumista: tuotetiedon hajautettua tuottamista, hallintaa, jakelua ja käyttöä. (Sääksvuori, Immonen. 2002.)

Tuotteen elinkaareen kuuluu käytännössä ainakin seuraavia vaiheita: asiakkaan vaatimusmäärittely, sopimusmäärittely, suunnittelu, prototyyppin tuotanto, testaus, sarjatuotanto, huolto ja kunnossapito, päivitys, jälkimarkkinointi ja käytöstä poisto. Esimerkiksi puolustusvoimissa vaiheiden määritelmät ja sisältö on hieman erilainen kuin yrityksissä johtuen toiminnan luonteesta. Jokaisessa vaiheessa haluttuun tuotteeseen tehdään muutoksia eri tekijöiden sanelemana.

PLM-järjestelmällä organisaatiot voivat jakaa keskenään yleisiä liiketoimintaprosesseja ja tuotteeseen liittyvää tietoa. Nykyisellään eri järjestelmien toimivuus ja tiedonsiirto eri yritysverkkojen välillä on ongelmallista, koska ne muodostuvat monien eri yritysten kehittämistä ohjelmistosovelluksista, eivätkä välttämättä toimi yhdessä. Järjestelmän avulla sopimusvalmistajat voidaan kuitenkin kytkeä suoraan päämiehen järjestelmään rajoitetuilla käyttöoikeuksilla, mikä lisää huomattavasti tuoteprojektien tehokkuutta sekä nopeutta.

Ohjelmiston elinkaari ryhmitellään viiteen prosessiryhmään standardin IEEE 1074 (IEEE STD 1074. 2006.) mukaisesti. Kaikki prosessiryhmät sisältävät prosesseja, jotka jakaantuvat aktiviteeteiksi. Jotta elinkarimallista saadaan ohjelmistoprosessi, siihen tarvitaan lisäksi mm. tukitoimintoja, aktiviteettien kuvauksia, resursseja, rajoituksia, kommunikaation kuvauksia jne.

Puolustusvoimien tuotekehityshankkeissa on tyypillisesti seuraavat vaiheet:

1. Tuotteen kehitysvaihe
2. Julkistamisvaihe
3. Kasvuvaihe
4. Kypsyysvaihe

5. Tuotteen laskuvaihe.

2.4.1 Tuotteen kehitysvaihe

Tuotteen kehitysvaihe on sen kehitystyön aloittamisen ja käyttöön saattamisen välinen vaihe, johon kuuluvia osia ovat:

- vaatimusmäärittelyt
- teknologiatutkimus
- suunnittelu
- prototyyppivaihe
- sarjatuotannon valmistelut.

Myyjän tai valmistajan pääasiallisena tehtävä tuotteen kehitysvaiheen aikana on varmistaa käyttäjän/asiakkaan tarpeita vastaavan tuotteen tai palvelun tuottaminen.

2.4.2 Tuotteen julkistaminen

Puolustusvoimien määritelmän mukaan tuotteen julkistaminen alkaa ensimmäisistä sarjavalmisteisista hyväksytyistä tuotteista. Siviilimarkkinoille suunnatuissa tuotteissa julkistaminen tapahtuu ensimmäisistä myynneistä, jotka voivat tapahtua jo ennen tuotannon aloitusta. Julkistamisvaiheen pituus riippuu pääasiassa teknologian tai toiminnan uusista ominaisuuksista. Edistykselliset tai poikkeavat uutuudet voivat vaatia pitkänkin ajan ennen kuin tulevat hyväksytyksi ja tehokkaaseen käyttöön. (Paakki. 2001.)

2.4.3 Tuotteen kasvuvaihe

Tämän vaiheen aikana tuotteen myynti/valmistusmäärät kasvavat voimakkaasti sen saadessa asiakkaiden hyväksymisen. Tyypillisesti tuote on kehittyneempi ja laadukkaampi kuin kehitysvaiheessa. Markkinoille alkaa tässä vaiheessa ilmaantua myös kilpailevia tuotteita, jolloin asiakkailta ja käyttäjiltä on vaihtoehtoisia tuotteita. Kilpailun kiristyessä valmistajan toiminnan on muututtava käyttäjälähtöisemmäksi ja tuottajan on parannettava asemiaan tar-

keimmissä käyttäjäprofiileissa. Kasvuvaiheen aikana muodostuu paineita alentaa hintoja tai lisätä tuotteeseen ominaisuuksia, joilla se erottuu kilpailijoista. (Sääksvuori, Immonen. 2002.)

2.4.4 Tuotteen kypsyysvaihe

Kypsyysvaiheessa markkinoiden kasvu on hidastunut, tarjonta saattaa olla kysyntää suurempaa ja tarjottavat tuotteet ja palvelut ovat tyypillisesti differoituja. Kypsyysvaihe on tyypillisesti pisin tuotteiden elinkaaren eri vaiheista. Tällöin tehokas hinnoittelu on elintärkeää myynnin ylläpitämiseksi. Kypsyysvaiheessa hintakilpailu tavallisesti kiihtyy ja useat yritykset eivät onnistu pitämään kannattavuuttaan hyvänä, jos ne eivät ole kasvuvaiheessa onnistuneet saavuttamaan tarpeeksi vahvaa kilpailuasemaa. Puolustusvoimien massatuotteiden hankinnat ajoitetaan usein tähän vaiheeseen. Tuote on yleensä käyttäjän kannalta erittäin hyvin toimiva, mutta siihen ei enää tehdä paljoa kehitystyötä. (Sääksvuori, Immonen. 2002.)

2.4.5 Tuotteen laskuvaihe

Teknologian tai toiminnon tasosta riippuen tämän vaiheen kesto vaihtelee, mutta on kuitenkin väistämätön. Tässä vaiheessa markkinatilanne muuttuu epäselväksi ja myynti laskee entisestään asiakkaiden preferenssien muuttuessa. Osa kilpailijoista poistuu markkinoilta, korvaavia tuotteita tulee markkinoille ja tuotteita on vaikea differoida kilpailijoista. Hinnoittelustrategiana saattaa olla polkuhinnoittelu, jolloin tyypillisesti myös katteet laskevat. Tuotteen ollessa tässä elinkaaren vaiheessa puolustusvoimissa aloitetaan omaa tuotekehitystä ja tuotteen päivitystä elinkaaren jatkamiseksi. (Sääksvuori, Immonen. 2002.)

3. Projektitoiminta tuotekehityksessä

3.1 Projektin määritelmä

Tuotekehityshankkeet ovat usein niin toiminnallisesti ainutlaatuisia, että ne kannattaa toteuttaa projektiluonteisesti. Yleisiä projektin onnistumisen edellytyksiä ovat projektiorganisaation innovatiivisuus, uuden tiedon hankinnan suosiminen, joustavuus, vuorovaikutteisuus ja riskienhallinta. (Pelin. 2007.)

Projektin määrittelyä voidaan tarkastella useista eri näkökulmista. Kaikissa projekteissa on kuitenkin oltava mukana seuraavat tekijät:

- projektin toteutus tapahtuu ihmisten välisenä yhteistoimintana
- projektin toteuttamiseksi kootaan joukko ihmisiä, joille asetetaan omat roolit ja vastuu alueet
- projektilla on selkeä tavoite (toiminnallinen, puolustusvoimissa yleensä suorituskky)
- asetettu tavoite pyritään saavuttamaan työllä, jonka tekemistä kutsutaan projektityöksi
- projektin toimintaa ohjataan johdetusti ja suunnitelmallisesti
- projektin suoritustavasta on olemassa suunnitelma ja ohjeet
- projektille on asetettu aikataulu, päättymispäivä ja sille asetettu taloudelliset reunaehdot
- projektin etenemistä ohjataan ja tuloksia seurataan.

Projektien etenemisen ja onnistumisen kannalta on tärkeää määrittää projektin vastuualueet:

- projektin läpivieminen annetaan yhden ihmisen, projektipäällikön, päävastuulle, jolloin tiedetään kenen puoleen kääntyä, jos projekti ei etene odotetulla tavalla tai siinä ilmenee ongelmia
- vastuuta ei tule antaa koko projektiryhmälle tai jakaa ihmisten kesken. Jaettu vastuu johtaa helposti tilanteeseen, jossa lopulta kenelläkään ei ole vastuuta projektin vetämisestä tai tuloksista.

3.2 Lyhyesti projektin hallinnasta

Projektia organisoitaessa pitää miettiä, miksi projektia ollaan käynnistämässä ja mitä sen toteuttamiseen tarvitaan. Ennen varsinaisen projektin aloittamista on suotavaa tehdä esiselvitys/esitutkimus projektin kohteen tarpeellisuudesta ja toteuttamismahdollisuuksista. Esiselvityksen/-tutkimuksen keskeisenä tehtäviä on myös varmistaa, että projekti palvelee organisaation tavoitteita ja tuottaa toiminnan kannalta keskeistä suorituskykyä. Tätä tietoa käytetään projektin varsinaisen vaatimus/suorituskykymäärittelyn perustana. Lisäksi esitutkimuksessa voidaan esivalmistella projektin taloudelliset sekä aikataululliset raamit, joita tarkennetaan varsinaisessa projektisuunnitelmassa. Esitutkimuksessa määritellään organisaatiolle, puolustusvoimissa aselajille, määrättyjen suorituskykyvaatimusten perustella yksittäisen projektintavoitteet ja laajuus.

Esitutkimuksen tuloksena voi esimerkiksi syntyä dokumentti, joka sisältää (Pelin. 2007.):

- projektin taustatietoa ja tarpeita
- tavoitteita ja vaatimuksia
- riskianalyysia
- kustannusarvioita tai kustannuksia
- analyysia kannattavuudesta
- vaiheita ja aikataulua
- toteutustapoja.

Esitutkimusvaiheen aikana kuvataan tulevan projektin organisointi ja hallinta. Esitutkimusraportissa tai selostuksessa täytyy ottaa kanta ainakin seuraaviin asioihin:

- 1) projektiorganisaatioon ja kumppaneihin
- 2) dokumentointiin, johtamiseen ja valvontaan
- 3) viestintään, kommunikointiin projektiorganisaatiossa
- 4) muutostehallintaan
- 5) hyväksymismenettelyihin
- 6) laadun ja riskienhallintaan.

Projektille on valittava osaamiseltaan ja tieto/taitotasoltaan sopivimmat henkilöt. Osaamiseen on sisällytettävä myös oman erityisalan hallinnan lisäksi kommunikointi- sekä ryhmätyötaidot. (Hultink ym. 2000.) Mahdolliset tulevat yhteistyökumppani tulisi ottaa mukaan projektiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Näiltä saadaan hyödyllistä ja kokemuspohjaista tietoa projektin vaatimusmäärittelyyn. Tällöin on kuitenkin oltava erittäin huolellinen siitä, ettei mukanaolo hankaloita projektin muita vaiheita, kuten esimerkiksi toimittajan valintaa tai tarjouskilpailua.

Oma ja mahdollisten kumppanien henkilöstö on sitoutettava projektiin alusta lähtien. Henkilöstövaihdoksia ei aina voi välttää varsinkaan pitkissä projekteissa. Henkilövaihdokset aiheuttavat kuitenkin aina jonkinlaisen katkoksen tuotekehitysprosessin tiedonkulussa tai vaiheiden suorituksessa, vaikka uusi henkilö olisikin perehdytetty tehtäväänsä. Puolustusvoimissa ns. ”uraputkessa” olevat henkilöt siirtyvät tehtävästä toisen tietyin väliajoin. Tällaisten henkilöiden valitsemista pitkien projektien henkilöstöön olisi vältettävä. Heidän tietotaitoaan olisi hyödynnettävä osaprojektien asiantuntijatehtävissä. Projektiin osallistuvien henkilöiden vastuut ja roolit täytyy määritellä joko organisaation/yrityksen omissa ohjeissa tai projektiohjeessa.

Projektinhallintaan on kiinnitettävä huomiota. Kaikilla projektiin osallistuvilla on oltava todennettu järjestelmä, jolla projekteja hallitaan. Vaikka yrityksillä ja organisaatioilla onkin edellä mainitut projektinjohdon menetelmät, täytyy myös luoda projektikohtaisia toimintatapoja ja sääntöjä, joita noudatetaan osapuolten välisessä työskentelyssä. (Hultink ym. 2000.)

Dokumentoinnin järjestäminen on osa organisointia. Yrityksen tai organisaation omien dokumentointiohjeiden lisäksi voi olla välttämätöntä, projektista riippuen, luoda projektikohtaisia dokumentointiohjeita. Dokumentointi ei saa olla välttämätön paha tai itsetarkoitus. Projekti on kokonaisuus, jonka oleellinen osa on dokumenttien tuottaminen.

3.3 Projektin organisointi ja organisaatiomallit

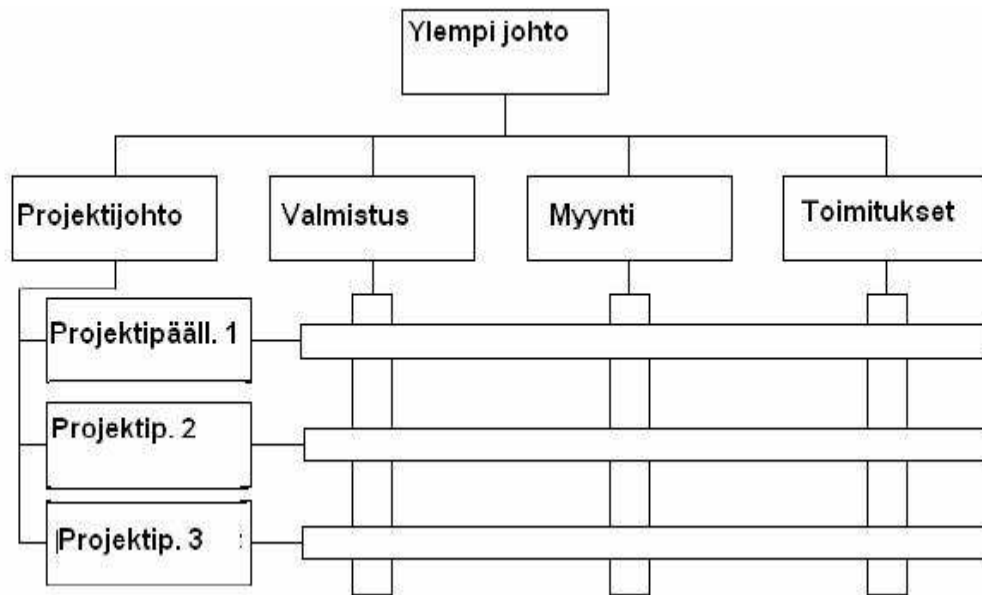
Projektia organisoitaessa tulee valita kyseiselle projektille sopiva organisaatiomalli. Eri organisaatiomalleista sopivinta valittaessa on huomioitava:

- projektin koko
- käskyty- ja vastuusuhteet
- osaprojektien määrä, suuruus ja järjestys
- henkilöresurssit
- aika
- taloudelliset resurssit
- projektiryhmän toiminnan suhde asiakkaaseen ja toimittajaan.

3.3.1 Matriisiorganisaatio

Useissa yrityksissä ja laitoksissa projektitoiminnan organisaatiomalli on matriisiorganisaatio (KUVA 10). Tämä on yhdistelmä linjaorganisaatiosta ja projektiorganisaatiosta. Mallissa linjaorganisaatiolla johdetaan laitoksen tai yrityksen normaalia toimintaa, jossa jokaisella on määrätty esimies/alainen suhteet sekä kiinteä paikka organisaatiossa. Tämän organisaation oheen liitetään projektiorganisaatio, joka on kertaluonteinen, tehtäväkohtainen ryhmä henkilöitä. Projektiorganisaatio kootaan linjaorganisaatiosta suorittamaan määrätty tehtävä tietyksi ajaksi. Tällöin projektiryhmä vastaa jonkin uuden menetelmän tai tuotteen tai niiden osien toteutuksesta. Kehitysprosessin päätyttyä tuote tai menetelmä voi siirtyä linjaorganisaation käyttöön tai toteutettavaksi. Tuotekehitysprosessi vaatii useiden eri alueiden asiantuntemusta. Tästä johtuen projektiryhmä kootaan mahdollisimman useasta linjaorganisaation yksiköstä jo projektin alkuvaiheessa. (Pelin. 2002.)

Matriisiorganisaatio on projektihallinnan kannalta vaativa organisaatio. Projekteille tulee organisaatiomallista johtuen usein päällekkäisiä riippuvuuksia, etenkin jos organisaatiossa on samaan aikaan käynnissä useita eri projekteja. Toisaalta myös samalla voidaan eri projektien päällekkäisyyksiä vähentää esimerkiksi perustutkimuksessa tai suunnittelussa. Projektin aikataulun tulee olla riittävän luotettava, mutta toisaalta ei liian tiukka, jolloin viiveet hankaloitaisivat tai viivyttaisivat muita projekteja tai vaiheita. (Pelin. 2002.)



KUVA 10. Matriisiorganisaatio (Pelin. 2007.)

Matriisiorganisaatio voi joissakin projekteissa edellyttää laajaa projektitoimintaa, jollainen esimerkiksi pienissä organisaatioissa ei onnistu. Mielestäni organisaatiomalli soveltuu erittäin hyvin myös pieniin yrityksiin, joissa on vähän henkilöstöä ja siten kaikki ovat käytännössä mukana kaikessa toiminnassa jollain tavoin. Matriisiorganisaatio antaa hyvät keinot eri projektien ja organisaation toimintojen välisiin resurssisuunnitelmiin.

Matriisiorganisaatiolla saavutettavia etuja ovat esimerkiksi (Pelin. 2002.) :

- johdon paremmat mahdollisuudet ohjata resursseja
- pitkällä ajanjaksolla henkilöiden tasaisempi työkuormitus tehtäväsiirtojen avulla
- muuttuvan ryhmän sisällä helpompi kehittää työmenetelmiä ja asiantuntemusta kun henkilöt vaihtuvat ja ovat useissa projekteissa
- laaja ja usean henkilön kokemus vähentää samojen suunnittelu- ja tehtävien toistamista
- ammatillinen osaaminen laajenee useissa projekteissa
- linjaesimies on sama projektien vaihtuessa.

Tietysti matriisiorganisaatiossa on ongelmia, kuten esimerkiksi (Pelin. 2002.):

- resurssivajauksia voi tulla projektien välillä tai linja- ja projektior-
ganisaation välillä
- projektin valvonta ja johtaminen tapahtuu pääosin kokouksissa,
joita joudutaan pitämään paljon
- päätöksenteko voi monimutkaistua esim. resurssisuunnittelun joh-
dosta
- vaatii luotettavaa ja tarkkaa suunnittelua.

Matriisiorganisaation muunnoksia ovat:

1. Linjamatriisi:

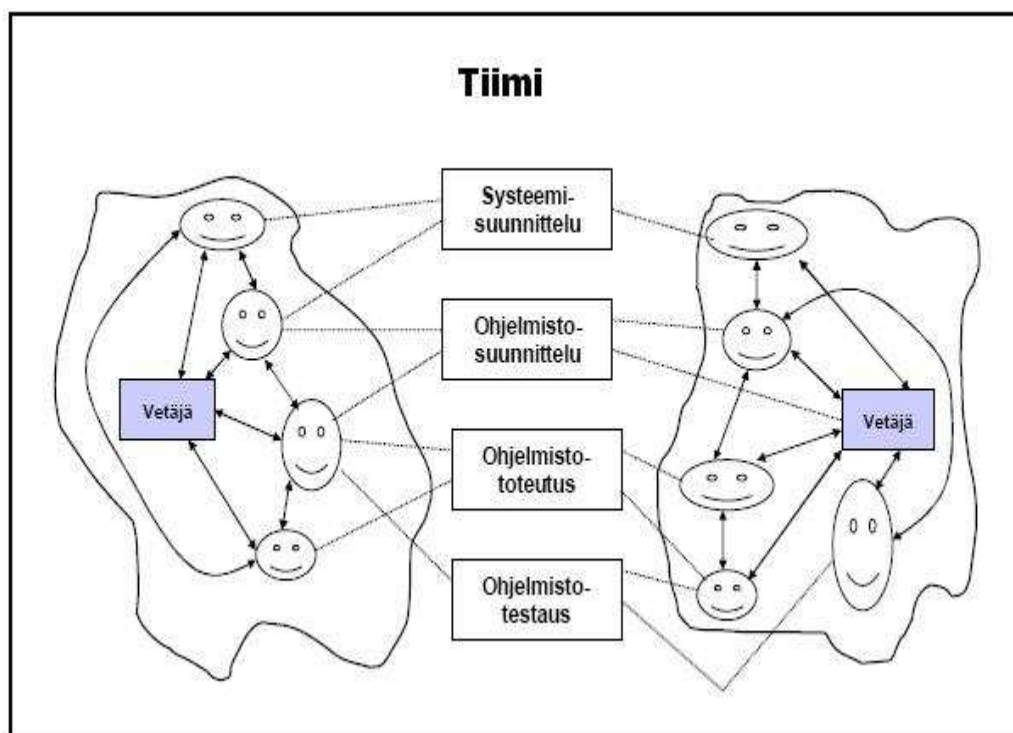
- linjaesimies säilyy, projektipäälliköt vaihtuvat
- mallia käytetään kun projektit ovat satunnaisia, melko itsenäisiä
ja projekteja tarvitaan joidenkin kertaluontoisten ”isojen” tehtävien
hoitamiseksi

2. Projektimatriisi:

- projektit pääasiallisin toimintamuoto, jolloin perusorganisaation
muut toiminnot tukevat projektien pyörittämistä
- kevyt linjaorganisaatio, työt projektiryhmissä.

3.3.2 Tiimi

Heikkilä (2002.) on kuvannut tiimiä (KUVA 11) joukoksi ihmisiä, jotka sitoutu-
vat yhteiseen päämäärään, suoritustavoitteisiin ja toimintamalleihin pitäen it-
sensä yhteisvastuullisena suorituksista. Heikkilä (2003.) mukaan tiimin raken-
tumisprosessi vaatii aikaa, paneutumista ja henkisiä resursseja. Lyhyissä pro-
jekteissa tiimi siis voidaan muodostaa vain vakiintuneen organisaation sisällä.
Alle vuoden yhdessä työskentely ei vielä tee ryhmästä tiimiä, ryhmän työsken-
tely on vielä väljää työryhmätyöskentelyä.



KUVA 11. Tiimiorganisaatio (Paakki. 2001.)

Yli vuoden työskentelyn jälkeen voidaan usein alkaa puhua näennäistiimeistä. Tällöin tiimillä ei ole vielä paljoa valtuuksia. Suoritusmielessä näennäistiimit ovat heikkoja. Mikäli tiimi pysyy yhdessä, se on noin kahden vuoden työskentelyn jälkeen kasvanut yhteen ja suorituskyky on suuri. Tästä eteenpäin tiimin päämäärät, tavoitteet ja toimintamallit ovat jo yhteiset ja siitä alkaa muodostua todella suorituskykyinen. (Katzenbach. 1996.)

Tiimityön etuna on vastuun jakautuminen, työhön sitoutuminen ja hyvä yhdessä tekemisen synnyttämä motivaatio. Vakiintuneessa työympäristössä tiimit tuovat joustavuutta ja tehokkuutta työskentelyyn, koska tiimejä voidaan hajottaa ja muuttaa tarpeen mukaan.

Tiimityön ongelmat liittyvät jäsenten vaihtumisiin, työskentelyolosuhteisiin ja persoonallisuuseroihin. Työskentelyolosuhteissa ongelmia aiheuttavat erityisesti johdon sitoutumattomuus ja tarkoitusperien epäily, tiukka kontrolli ja tiimin ulkoa tulevan tuen puute. (Heikkilä. 2002.)

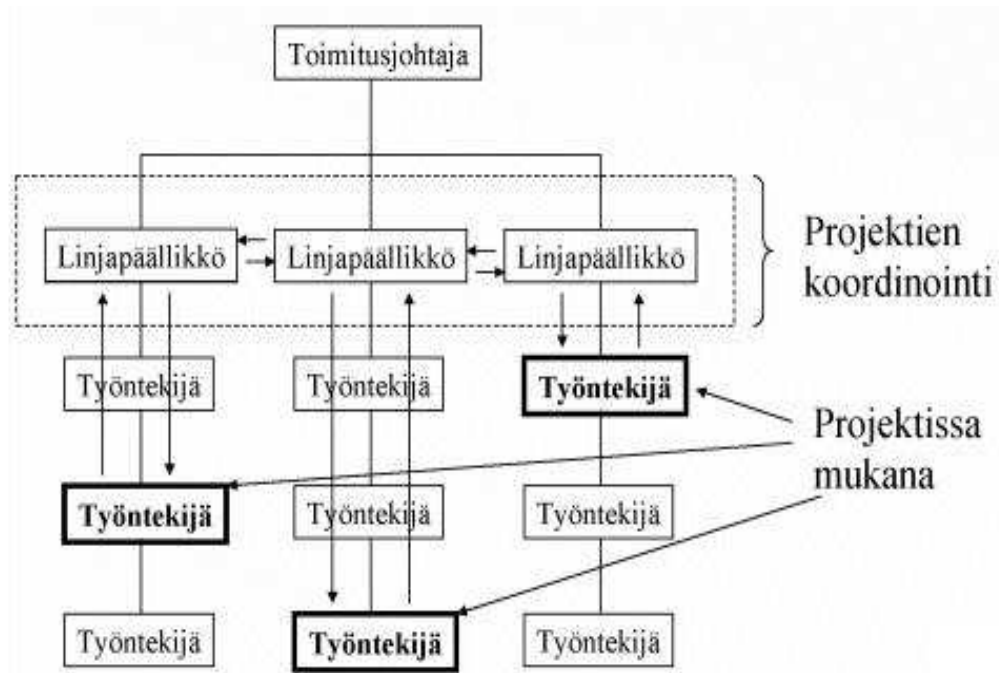
3.3.3 Funktionaalinen organisaatio

Funktionaalinen organisaatio perustuu tehtävien ympärille muodostetuille hierarkkisesti järjestetyille yksiköille (KUVA 12). Yksiköt ovat pysyviä ja niiden välillä on selvät rajat. Suunnittelu, johtaminen, toiminta ja näitä koskeva vastuu toteutuvat osastorajojen sisällä. Informaatio kulkee perinteisesti pystysuuntaisesti ylhäältä alaspäin. Poikittainen kommunikaatio osastojen välillä ei ole tyypillistä, vaikkakin lisääntymässä laajemman verkostoitumisen myötä. Osastojen välinen ja osastosta ulospäin tapahtuva kommunikointi tapahtuu rajafunktiota toteuttavien esimiesten toimesta.

Perinteinen funktionaalinen organisaatorakenne, joka perustuu samaa toimenkuvaa hoitavien kokoamiseen samaan yksikköön, on havaittu ongelmalliseksi mm. seuraavista syistä:

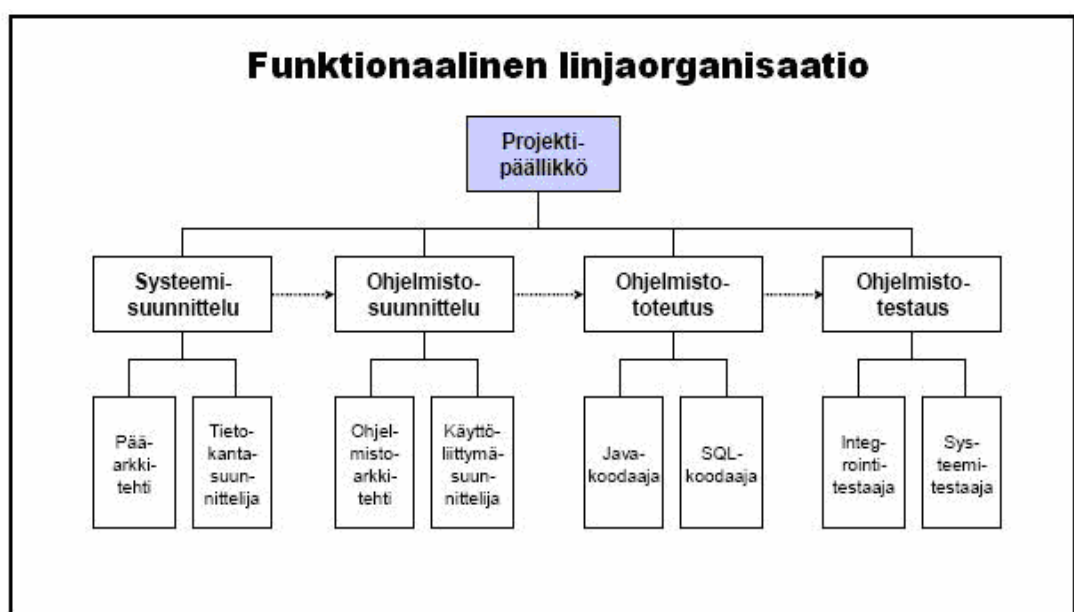
- jokainen yksikkö/osasto ajaa omia etujaan ja tavoitteitaan niin, että kokonaisuus eli koko organisaation etu unohtuu;
- työnjako on omiaan johtamaan hierarkkiseen ja monimutkaiseen organisaatioon hallinto- ja päätöksentekokustannusten muodostuessa liian suuriksi;
- funktioiden välinen kommunikaatio vaikeaa.

Funktionaalista organisaatiota moititaan tehottomuudesta ja kankeudesta erityisesti toimintojen rajapinnoilla. Palvelujen rahoittajien, käyttäjien ja tekijöiden on ollut helppo nähdä ongelmat: menot ja organisaatio kasvavat samanaikaisesti.



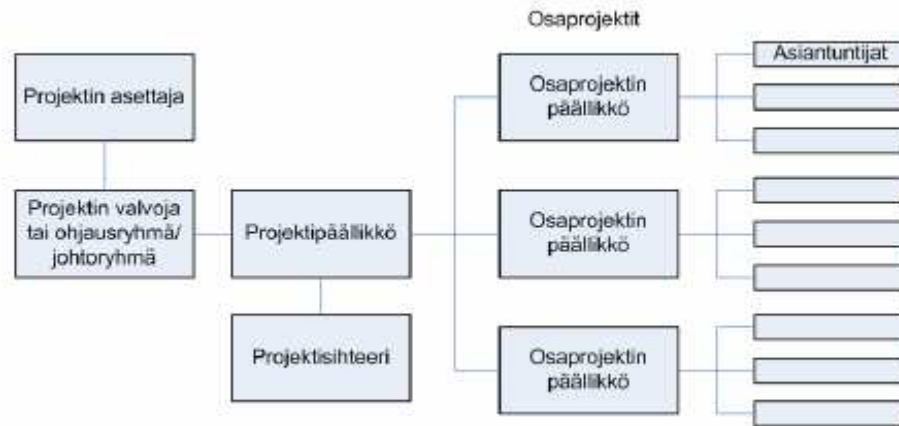
KUVA 12. Funktionaalinen organisaatio (Helsingin yliopisto. 2006.)

Funktionaalisessa organisaatiossa jokaisen henkilön työtehtävät ovat selkeät ja tarkoin määritellyt. Henkilöstö pystyy tällöin kehittymään omalla osaamisalueellaan pitkäjänteisesti ja tuloshakuisesti. Funktionaalisen organisaation heikkouksia on vähennetty kehittämällä sitä linjaorganisaation suuntaan (KUVA 13).



KUVA 13. Funktionaalinen linjaorganisaatio (Paakki. 2003.)

Organisaatiomallin tehtävä on määrittää hallinnolliset ja ei-hallinnolliset suhteet, jolloin mallista huolimatta täytyy projektiorganisaatiosta löytyä seuraavia henkilöitä (KUVA14):



KUVA 14. Projektin organisaatiomalli (Paakki, 2003.)

1. Projektin asettaja/omistaja:

- tekee päätökset projektin käynnistämisestä ja päättämisestä
- toimii projektin rahoittajana tai rahoittajan edustajana
- nimeää projektin johtoryhmän
- vastaa tarvittavista resursseista
- ratkaisee organisaation kiistat.

2. Projektin johtoryhmä

- edustaa projektin asettajaa/omistajaa projektin hallinnassa
- tekee kiistatilanteissa esityksiä projektinasettajalle/omistajalle
- määrittää projektin tavoitteet
- nimeää projektipäällikön
- hyväksyy projektisuunnitelman
- hyväksyy projektin lopputuloksen tai keskeyttää projektin
- projektin toiminnasta päättävä ja ohjaava ryhmä: valvoo määräysten ja ohjeiden noudattamista
- kootaan projektin merkittävimpien osallistujien edustajista

- suurissa projekteissa voi tilaajalla ja toimittajalla olla omat johtoryhmät.

3. Projektipäällikkö

Projektipäällikkö on vastuussa projektin:

- osa- ja kokonaisprojektin suunnittelusta
- tavoitteiden selkeyttämisestä projektiryhmälle
- toimeenpanosta käynnistämällä projektiryhmän työskentelyn
- tehtävien johtamisesta ja valvonnasta
- raportoinnista johtoryhmälle ja projektin asettajalle/omistajalle
- projektiryhmän koulutuksesta ja tietotaidoista
- dokumentoinnista
- projektin päättämisestä
- ei ole projektissa toimivien henkilöiden esimies.

4. Projektiryhmän jäsen

Projektiryhmän jäsenellä on oltava oman vastualueen ammattitaidon hallintaa ja yhteistyökykyä. Jäsen on motivoitava itsenäiseen ja oma-aloitteiseen työskentelyyn omalla vastualueellaan. Projektiryhmän jäsenen tehtävänä on:

- osallistua projektisuunnitelmassa oman tehtäväalueensa sisällön määrittämiseen, aikataulutukseen ja linkitykseen muihin tehtäviin
- vastata projektipäällikön määrittelemien tehtävien suorittamisesta
- raportoida työn edistymisestä projektipäällikölle
- valmistaa projektisuunnitelmassa määrätyt dokumentit
- noudattaa annettuja teknisiä standardeja
- kehittää omaa ammattitaitoa ja työmenetelmiä.

Projektissa voi lisäksi olla erityistehtäviä kuten:

- kustannusinsinööri
- sopimusinsinööri

- aikatauluvalvoja
- dokumentoija
- laativastaava.

Projektissa otetaan käyttöön tarvittaessa projektikohtaiset tehtävänimikkeet:

- jotka ovat käytössä vain tarvittavan ajan
- joille on ennen projektin päättymistä määrätty jatkotehtävät tai jotka päättyvät kokonaan projektin päätyttyä
- joiden vastuut ja tehtävät palautetaan projektiryhmälle tehtävänimikkeen lakkauttamisen jälkeen.

4. Tuotekehitystoiminnan johtaminen

4.1 Tuotekehitystoiminnan johtamismallit

4.1.1 Haasteiden johtaminen (Challenge management)

Haasteiden johtaminen kattaa koko prosessin toiminnan kehittämisessä. Haasteiden johtamisella on tavoitteena tehostaa tuotekehitysprosessissa uusien ideoiden syntymistä ja luoda menetelmää prosessin johtamiseen (KUVA15). Menetelmässä prosessin jokaisen vaiheen menestymismahdollisuuksia tarkastellaan erikseen. (VTT. 2006.)



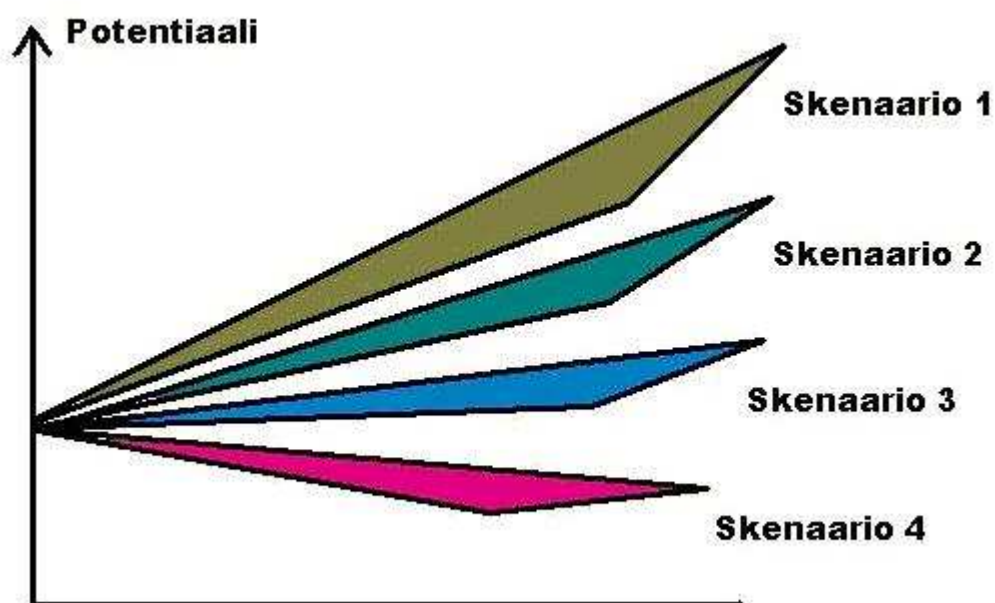
KUVA 15. Haasteiden johtaminen (VTT. 2006.)

Prosessin toiminta painottuu uusien tuotteiden ja toimintatapojen hallittuun ja nopeaan käyttöönottoon nykyisten, olemassa olevien kehittämiseksi. Haasteiden johtaminen tavoitteena ovat erityisesti radikaalit muutoksen ja toiminnan kehittämiset, jolloin muutosta ei koeta uhkana vaan mahdollisuutena. Syntyvässä tilanteessa vaikeudet voivat olla suuret, mutta tulos pitkään hyödyllinen. Menetelmässä etsitään ja toteutetaan keinoja, joiden avulla organisaation on mahdollista miettiä rohkeita ja poikkeavia keinoja ottaa käyttöön uutta teknologiaa tai tapoja toimia. Tällainen kehittäminen on haasteellista, toisaalta jos lopputulos ei sovellu organisaation käytössä olevaan taktiikkaan/strategiaan niin käyttöönotossa voidaan kohdata muutosvastarintaa. Prosessin riskejä

syntyy uuden teknologian ja menetelmien käyttöön otossa, taloudellisten resurssein suunnittelussa, tuotannossa ja lopputuloksen soveltamisessa käyttöön. Uuteen teknologiaan perustuvassa tuotekehityksessä on haasteellista myös osaamisen ja resurssien hallinta.

4.1.2 Tulevaisuuden tutkimus (Future Research)

Tulevaisuuden tutkimuksella analysoidaan ja suunnitellaan pitkän aikavälin suuntauksia sekä teknologian kehityksen vaihtoehtoja, skenaarioita (KUVA 16). Menetelmässä kerätään systemaattisesti tulevaan kehitykseen liittyvää tietoa. Kerätyn tiedon avulla muodostetaan ja kuvataan tulevia, vaihtoehtoisia kehityssuuntia, joille tehdään riskianalyysit (VTT. 2006.)



KUVA 16. Tulevaisuuden tutkimus (VTT. 2006.)

Menetelmää voidaan soveltaa pitkän aikajänteen tuotekehitykseen ja tuotteille, joiden lopullinen käyttöikä on poikkeuksellisen pitkä, kuten on puolustusvoimien sotamateriaalilla. Skenaariot ovat uskottavia, johdonmukaisia tulevaisuuden kuvauksia, jotka esittävät myös epätodennäköiset tai vähemmän haluttavat vaihtoehdot kehityksen suunnalle. Tulevaisuuden tarkasteluun vaikuttavat myös johtavan organisaation sekä henkilöiden arvot, joiden mukaan toiset vaihtoehdot ovat parempia kuin toiset. Tällöin tutkimus ja sitä seuraava

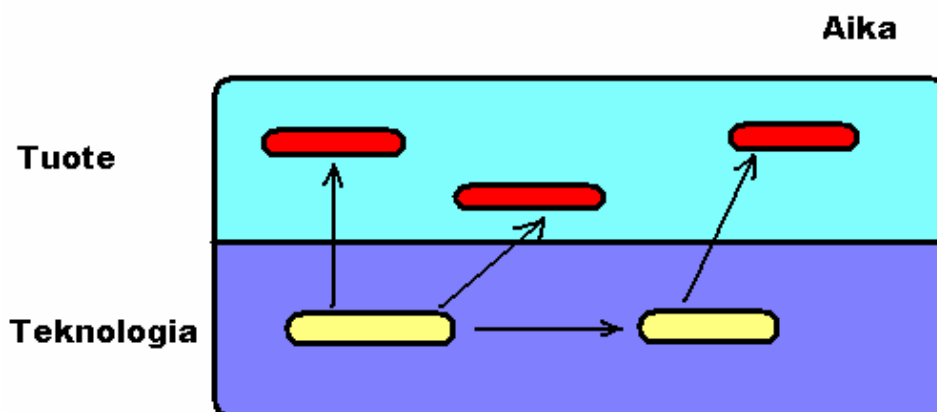
toiminnan suunta ei määräydy objektiivisesti, vaan johtamisessa edistetään toiminta haluttuun suuntaan ja vältetään uhkia tai hankalia ratkaisuja.

Skenaarioiden suunnittelussa voidaan käyttää esimerkiksi (VTT. 2006.) :

- 1) APESTE-analyysia: kartoitetaan toimintaympäristön muutostekijöitä, joita ovat asiakkaat (käyttäjät), poliittiset, taloudelliset, sosiaaliset, teknologiset ja ekologiset.
- 2) DELFOI-analyysia: erialojen asiantuntijoiden kontrolloidun analyysin perusteella saadaan erilaisia näkemyksiä. Näkemykset voidaan yhdistää, jos niissä on yhteisiä tekijöitä, muutoin menetelmä tuottaa useita eri vaihtoehtoja.
- 3) Suodatinmallia: yhdistetään markkinoilla oleva teknologia ja toimintaympäristön muutostekijät eri lähtökohdista skenaarioiksi.

4.1.3 Tulevaisuuden ennakointi (Foresight)

Tulevaisuuden ennakkoinnissa (kuva 17) kytketään tulevaisuuden suunnittelu päätöksentekoon ja sitä kautta vaikutetaan tulevankehityksen suuntaan. Tällöin tulevan kehityksen skenaariot eivät välttämättä ole johtamisorganisaatiossa tuotettuja, mutta niiden mukaan pyritään toimimaan. Skenaariot valitaan omaan toimintastrategiaan sopivista, todennäköisimmin toteutuvista suuntauksista. Tulevaisuudenennakkoinnissa hyödynnetään tulevaisuuden tutkimuksen tuottamaa tietoa teknologian kehityskulusta, mutta toimijanäkökulma suunnitellaan oman toiminnan mukaan. (VTT. 2006.)



KUVA 17. Tulevaisuuden ennakointi (VTT. 2006.)

Ennakoinnissa organisaation toiminnan kannalta keskeistä on kriittisten alueiden tunnistaminen sekä analysointi. Analysoitavat aihealueet voivat liittyä teknologiaan, sen käyttöönottoon, käyttötilanteiden määrittämisen tai toimintaympäristöön. Myös valittujen, tarkasteltavien skenaarioiden keskinäiset riippuvuudet ja aikajänteet on määritettävä suhteessa omiin tavoitteisiin (VTT. 2006.) Tulevaisuuden ennakkoinnissa linkitetään yhteen nykyinen toimintastrategia, organisaation nykytila ja toimintaympäristön skenaariot. Käytettäviä menetelmiä ovat esimerkiksi:

- 1) skenaariomenetelmä
- 2) roadmap
- 3) asiantuntijamenetelmä
- 4) SWOT
- 5) mahdollisuus- ja uhka-analyysi

4.1.4 Käyttötilanneanalyysi

Käyttäjät ovat jollain tavalla mielessä kehitettäessä uutta teknologiaa ja uusia tuotteita. Ihmiset käyttävät sovelluksia kuitenkin vain apuvälineinä päästäkseen ensisijaiseen tavoitteeseen, joka on määrätyn tehtävän suorittaminen. Suunnittelijoiden ja ohjelmoijien on tunnettava lopputuotteen käyttäjien toimintatavat sekä laajasti toimintaympäristön kulttuuria että muita toimintaan liittyviä tapoja. Käyttäjäkuvat pohjautuvat kuitenkin liian usein henkilökohtaisiin mielikuviin tai uskomuksiin ja teknologia kehitettäessä paneudutaan enemmän käytettävyyden ja käyttökelpoisuuden ongelmiin, jolloin käyttäjä voi olla ehkä vain sivujuonteena prosessissa.

Tulevat käyttäjät voidaan ottaa mukaan suunnitteluun tuotekehitysprosessin alkuvaiheessa. Suunnittelun perustana olevassa taustatutkimusvaiheessa on hyvä mahdollisuus tutustuttaa tulevat käyttäjät projektiin. Kun halutaan tehdä helppokäyttöinen käyttöliittymä, täytyy kiinnittää huomiota siihen, mitä käyttäjät tekevät, ei siihen, mitä he haluaisivat tai sanovat tekevänsä.

Menetelmässä tarkastellaan nykyisiä käyttötilanteita ja tarpeita sekä tulevaisuuden skenaarioiden käyttäjäulottuvuutta. Käyttäjä ja käyttötilanne ovat tässä

tarkastelussa nähtävä yhtenä kokonaisuutena, joka nivoutuu yhteen tuotteen kanssa. Puolustusvoimien materiaalin osalta tilanteen tarkastelua tehdään sekä henkilö- että tehtävien tavoitetasolla.

Käyttäjälähtöisestä tuotekehitys-näkökulmasta voidaan tavoitteet jakaa kolmeen ryhmään:

(1) Käyttäjä ja käyttötarkoitus

- millainen käyttäjä: lähtötaso, lisäkoulutus
- mihin käyttötarkoitukseen
- millaisissa olosuhteissa käyttäjä toimii (ergonomia)

(2) Mitä käyttäjä tekee

- mitä tuotteella voisi tehdä
- mitä tuotteella pitää tehdä
- miten tuotteella tehdään eri asiat
- millaisissa olosuhteissa asiat tehdään (teknologia)

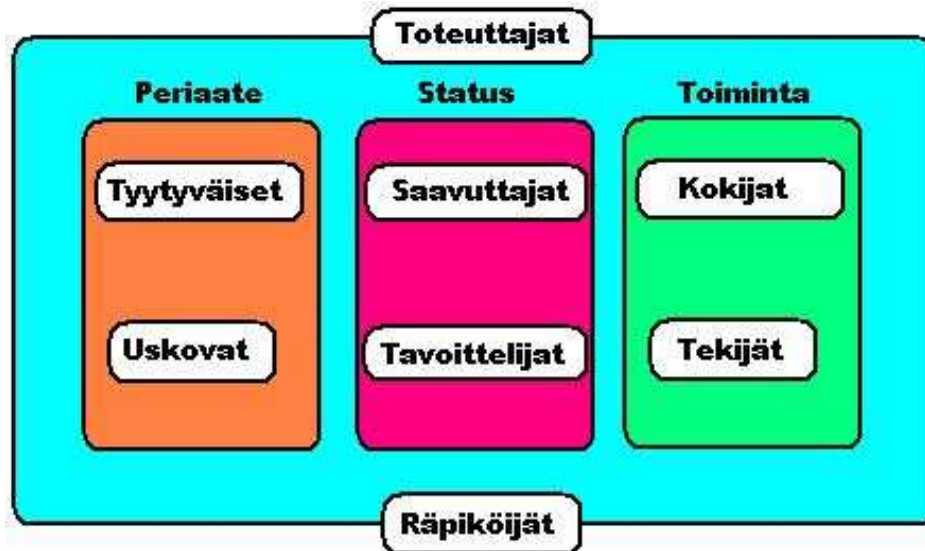
(3) Miten käyttäjä tekee

- millaisilla toiminnallisilla ratkaisuilla tuote toteutetaan
- millaisilla teknisillä ratkaisuilla tuote toteutetaan
- muotoilu

(4) Millaista laatua käyttäjä tarvitsee

- tarpeet vai toimivuus
- tuotettavan suorituskyvyn ja vaatimusten/toiveiden kompromissit
- käytettävyys.

Käyttäjien arvoja ja mielipiteitä voidaan analysoida esimerkiksi VALS-menetelmällä (KUVA 18).



Kuva 18. VALS-menetelmä (VTT. 2006.)

Eurooppalaisen tavan mukaan käyttäjät (kuluttajat) voidaan luokitella kolmeen eri kategoriaan: sisäisesti ohjautuvat (periaate), ulkoisesti ohjautuvat (status) ja tarpeista ohjautuvat (toiminta). Hieman väljästi tulkittuna nämä kolme ryhmää esiintyvät kaikissa organisaatioissa ja käyttäjäryhmissä.

Käyttölilanteiden huomioiminen suunnittelussa varmistetaan:

- ❖ iteroimalla suunnittelua ja kehitysprosessia: käyttäjien tunnistus, tehtävien analysointi ja tavoitteiden määrittely
- ❖ käyttäjät mukana prosessissa
- ❖ käytettävyyssiantuntijat mukana suunnittelussa
- ❖ käytettävyystavoitteiden määrittely projektin alkuvaiheessa: mitattavat tavoitteet määritetään konkreettisessa muodossa
- ❖ tehdään projektinaikaisia käytettävyystestejä
- ❖ valmistetaan palvelevaa tekniikkaa.

4.2 Asiantuntijaorganisaation johtamisen erityispiirteitä

Useat organisaatiot ovat asiantuntijaorganisaatioita, joissa lähes kaikki työntekijät tekevät laaja-alaista ja itseohjautuvaa asiantuntijatyötä. Johtaminen perustuu johtajien osaamiseen sijasta johtajan ammattitaitoon johtaa organisaatiota. Tällöin muutos- ja kehittämistyössä saattaa tulla ongelmaksi, johtaja ei "tiedä ja osaa" kaikkea sitä, mitä organisaatiossa tiedetään ja osataan. Johtamisessa korostuvat erilaiset piirteet: osaamisen, tietämisen ja taitamisen erottaminen, arvojen kautta johtaminen, asiantuntijuuden jatkuva uudelleenmäärittäminen, itseohjautuvuuden johtaminen, päämäärien jatkuva uudelleenasettaminen ja asiantuntijoiden motivointi eri tavoin. Vehkon (56) mukaan ongelmatilanteita voi eniten aiheuttaa henkilöstöjohtamisessa oikeudenmukaisuuden kokeminen. Organisaatio, joka rikkoo odotukset oikeudenmukaisesta johtamisesta menettää henkilöstön sitoutumisen ja motivaation. Johtamisen on oltava taitavaa ihmisten, ideoiden ja arvojen johtamista, jossa luodaan työyhteisöstä paikka, missä asiantuntijoiden parhaat puolet pääsevät esille. Samalla on ymmärrettävä työn eettinen vastuu, koska asiantuntijat ovat usein sekä ammatillisesti että henkilökohtaisesti sitoutuneet työhönsä. (Pelin. 2002.)

4.3 Verkostomaisen tuotekehityksen johtaminen

Perinteiset johtamisteoriat käsittelevät esimies-alaissuhdetta. Yritysten sisäisessä sekä yritysten välisissä vuorovaikutuksissa johtamisessa joudutaan tekemisiin henkilöiden ja organisaatioiden kanssa, joihin johtamisprosessissa ei ole määritettyä määräysvaltaa. Yritysverkostoissa, erityisesti pk-yrityksissä, ei projekteissa rakenneta erillistä organisaatiota valtasuhteineen. Johtamistehtävien tehokkaaseen suorittamiseen tarvitaan suhdejohtajuuden taitoja. Suhdejohtajuuteen sisältyy tärkeimpinä elementteinä resurssien hankinta, verkoston luominen ja vahvistaminen.

Hyvällä verkostojen johtamisella voidaan vaikuttaa toimijoiden välisen vuorovaikutuksen sujuvuuteen. Verkostojen johtamisella verkostoihin yritetään saada mukaan uusia toimijoita ja aktivoimaan verkostossa jo olevien toimijoiden

osallistumista, etsimään keinoja erilaisten tulkintojen, arvojen ja näkökulmien lähentämiseksi ja yhteistyön mahdollistumiseksi sekä tukemaan säännöin ja normein yhteistoiminnan sujuvuutta. (Sotarauta, Linnamaa. 1999.)

Verkostojen johtaminen on myös tilanteiden tulkitsemista, niiden luonteen tunnistamista, sääntöjen ja avoimuuden luonteen arvioimista sekä sellaisten keinojen etsimistä, joilla verkostoista ulos jäävät näkemykset ja tietotaito voidaan ottaa mukaan. Tärkeäksi nousee mm. tuotesuunnitteluun vaikuttavien toimijoiden huomion muokkaaminen, ongelmien muotoilu vaatimuksia vastaaviksi, kritiikin etsintä ennakkoluulojen, perinteisten metodien ja väärin kuvausten poistamiseksi, merkitysten osoittaminen, toisistaan riippuvien ja merkittävien faktojen kerääminen sekä huomion organisointi mahdollisuuksien muotoilemiseksi ja selvittämiseksi.

Verkostojen johtajuus korostaa jatkuvasti sekä muuttuvien tilanteiden mukaan oppivaa ja uudistuvaa toimintamallia. Verkostojen johtaminen kohdistetaan myös sellaisen toimintakulttuurin luomiseen, jossa voidaan sopia yhteisistä kehittämisstrategioista ja arvioida rakentavasti toimintaperiaatteiden ja strategioiden muutostarpeita. (Sotarauta, Linnamaa. 1999.)

4.4 Innovatiivinen työkuulttuuri

Toimintaympäristö antaa puitteet organisaation innovaatiostrategialle. Työkuulttuurin stabiilisuus tai dynaamisuus vaikuttavat siihen, miten innovaatioihin suhtaudutaan. Hitaasti muuttuvassa toimintaympäristössä innovaatioiden elinkaari on pitkä ja ne syntyvät merkittävien teknisten muutosten avulla. Dynaamisessa ympäristössä tartutaan jokaiseen pieneen tapahtumaan ja otetaan siitä hyöty irti. Toimintaympäristön muutokset ja toimialan muutosnopeus vaikuttavat innovaatioiden johtamisen keinojen valintaan. Perinteisillä aloilla, joissa asiakkaat vaativat toimivaa tekniikkaa ja ovat asiakasuskollisia, oma tutkimus- ja tuotekehitystoiminta on merkittävä kilpailuetu. Innovaatioajattelu edellyttää verkostoitumisen, innovaatioajattelun ja interaktiivisen kanssakäymisen olemassa oloa tuotekehitysprosessien aikana.

Perinteinen lineaarinen tekninen tuotekehitysprosessi, joka on edelleen käytössä useissa suurissa yrityksissä, ei tuo vastausta esimerkiksi seuraaviin kysymyksiin:

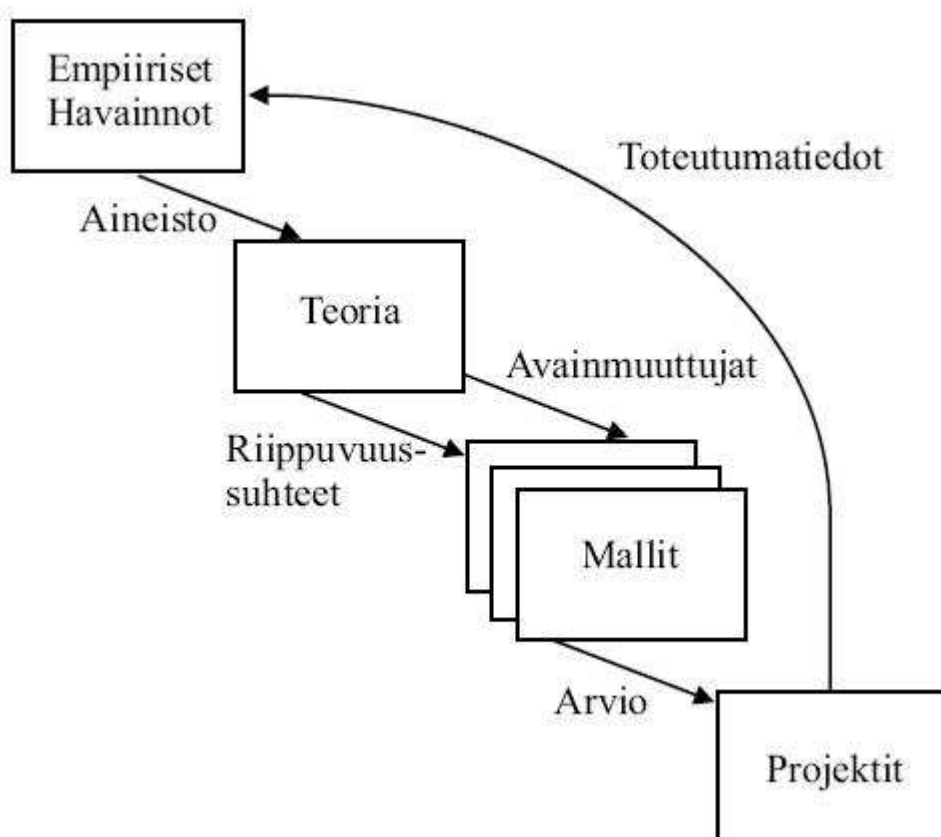
- millaisia ihmisiä prosessin eri vaiheissa tarvitaan
- miten luoda kehittävä tuotteen käyttökokemus
- miten prosessin osallistuvien henkilöiden roolit muuttuu prosessin edetessä.

Innovatiivisen työkuiluurin luominen on haaste, johon voidaan vastata vasta kun teknologian kehittämisohjelmat ja teknologiaverkostot ovat kunnossa. Uutta etsivässä työympäristössä on osattava hyväksyä epäonnistumiset. Tuotekehitys on kallista ja voi kestää kauan, tällöin epäonnistumisen pelossa välte-tään riskejä (Hultink ym. 2000.)

5. Tuotekehitystoiminnan resurssit

5.1 Tuotekehitystoiminnan resurssien arviointi

Ohjelmistoprojektin resurssienarviointia tarvitaan koko tuotteen elinkaaren ajan. Projektin alkuvaiheessa tarvitaan arvio projektin kestosta ja kustannuksista hinnoittelua varten. Projektin aikana tarvitaan tarkka työmäärän arvio suunnittelua varten. Koko projektin ajan verrataan suoritettua työmäärää suunniteltuihin resursseihin. Ohjelmistoprojekteissa työmäärään ja sitä kautta tarvittaviin resursseihin vaikuttavia tekijöitä on useita (KUVA 19) ja näiden välisten riippuvuuksien tunnistaminen on usein hankalaa. Työmäärän arviointia vaikeuttaa myös projektien erilaisuus, käytössä oleva teknologia ja työvälineet, uudet ja erilaiset ongelmat joihin ei ole valmista ratkaisumallia, ohjelmistokehitysprosessi on työtä, jonka tuottavuutta on vaikea arvioida (Kirmanen. 2002.).

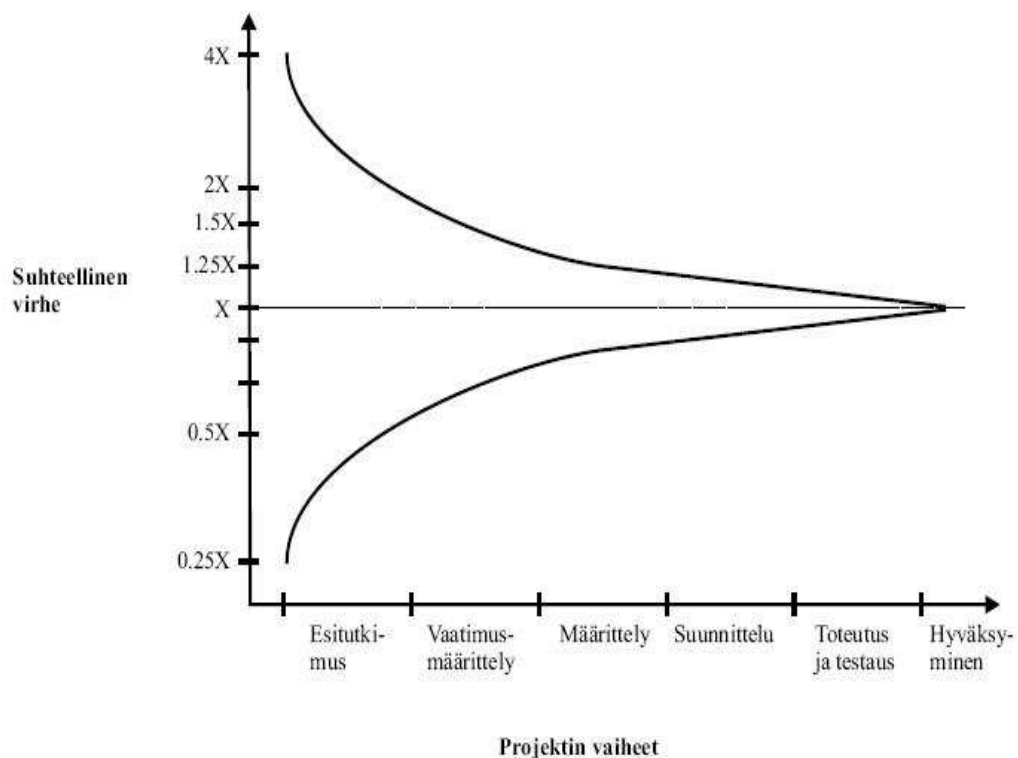


KUVA 19. Yleinen arviointiprosessin malli (Fenton, Pfleeger. 1998, 11. Kirmanen. 2002.)

Hankalinta resurssien arviointi on tarjousvaiheessa, jolloin projektin laajuutta ei vielä tiedetä riittävän tarkasti. Tilaaja on voinut määrittellä vaatimukset ja toiveet epätarkasti tai tietämättä millaisen lopputuloksen haluaa. Puolustusvoimien ohjelmistohankkeissa määritetään tarjouspyyntövaiheessa hyvin usein vain lopputulos, mikä tuotteella täytyy tuottaa. Tällöin toimittajan on esitettävä ratkaisumallit.

Projektien edetessä määrittelyt tarkentuvat, jolloin tarkentuu myös ohjelmiston koko ja tarvittavien resurssien määrää. Resurssienarvioinnin päämääränä ei ole pelkästään tuottaa projektin suunnittelun tarvitsemaa tietoa, sen tavoitteena tulisi olla prosessi jolla tuotetaan tarkkoja arvioita erilaisten resurssiparametrien käyttäytymisestä. Kuvassa 20 on esitetty kustannusten tarkentuminen ohjelmistoprojektin edetessä.

Ohjelmistoprojektin elinkaaren aikana arvioidaan ja suunnitellaan myös muiden resurssien kuin työmäärän käyttöä. Tällaisia ovat esimerkiksi vaatimusten muuttuminen, virheiden korjaus, laitteistomuutokset, ohjelman monimutkaisuus (Fenton, Pfleeger. 1998.)



KUVA 20. Arviointiprosessin tarkentuminen (Boehm. 1981, Kirmanen. 2002.)

Eri parametrien arvioinnin perustana ovat kokemukset, teoriat ja mallit. Projektidokumenteista koottavilla tietokannoilla muodostetaan havainnot, joiden perusteella saadaan työmäärään vaikuttavat avaintekijät. Näiden tekijöiden tarkempi analysointi selvittää niiden keskinäiset riippuvuudet sekä vaikutuksen työmäärään. Analyysin tuloksena täytyy olla arviointimalli, johon syötettävillä parametreilla kuten käytettävissä oleva aika, projektin laajuus jne, saadaan vaadittava työmäärä. Arviointimallit eivät ole vakioituja edes saman projektin aikana, vaan niitä muutetaan ja tarkennetaan esimerkiksi uusien parametrien ilmaantuessa tai käytössä olevien parametrien merkityksen muuttuessa. Hyvät arviointimallit toimivat vasta huolellisen arvioinnin avulla. Luotettavan arvioinnin saamiseksi ei riitä, että käytettävälle mallille annetaan syötteenä vaaditut parametrit ja todetaan tulos, vaan arviointi tulee olla toteutettu kuten koko projektinkin. Arviointiin tulee kuulua projektin vaiheet: suunnittelu, katselmointi, raportointi ja valvonta. (Boehm. 1981.)

5.2 Resurssien arvioinnin elementit

Resurssien arviointi perustuu kuvan 21 mukaisesti kokemuspohjaisen eri tekijöiden arvioinnin ja laskennan tilastointiin. Aikaisempien projektien toteutum tiedot kerätään tilastoihin projektien laskentatietojen kautta. Työmäärä voidaan arvioida ennakoidun tuottavuuden perusteella vasta kun koko projektin laajuus on riittävän tarkasti määritetty. Pelkkä ohjelmiston koko ei yksin riitä kuvaamaan projektin laajuutta, vaan työmäärään laskemiseksi on huomioitava joukko muitakin tekijöitä. Ohjelmissa voidaan käyttää muiden tuotteiden komponentteja ja vastaavasti projektiin voidaan käyttää aikaisempia ohjelmakomponentteja. Jokaiseen projektiin vaikuttavat myös toiset käynnissä olevat projektit, työntekijöiden muuttuva käytettävyyys, laitteiden ja ohjelmien soveltuvuus projektiin eli olosuhteet.



KUVA 21. Resurssien arvioinnin elementtejä (Kirmanen. 2002.)

Ohjelmiston/tuoteprojektin laajuus on keskeisin tekijä määritettäessä tarvittavia resursseja. (Kirmanen. 2002.) Fentonin ja Pfleegerin (1998.) mukaan ohjelmiston koon mittari on tällöin määritettävä siten, että se huomioi uusien ja poikkeavien tekijöiden vaikutuksen työn määrään sekä kuvaisi lopputuotteen toiminnallisuutta. Tällöin yksi tekijävoi sisältää monta osa-aluetta: koodauksen pituus, toiminnallisuus, monimutkaisuus jne. Ohjelman lopullisen koon määrittäminen etenkin projektin alussa, mutta myös koko elinkaaren aikana, on projektin vaikeimpia osia.

Ohjelmiston valmistaja saa tarkan käsityksen projektin koosta vasta lopullisen vaatimusmäärittelyn jälkeen. Puolustusvoimien projekteissa tarkka ja yksityiskohtainen vaatimusmäärittely ei aina ole mahdollista, koska se voi rajoittaa kilpailua tarjouspyyntövaiheessa. Vaatimusmäärittely ei tällöin etene projekti-ryhmältä tarjouskilpailuun osallistuneille yrityksille. Forselius (1999.) on määrittänyt ohjelmiston koon määrittelyssä käytettäviä mittareita ovat:

- lähdeohjelmakoodin rivien lukumäärä: yleisin mittari jossa lasketaan kaikki ohjelmakoodin tekstirivit. Ei huomioi kielen loogisia lauseita tai lauseen osaa riviksi. Ongelmana rivien tuottamisen vaikeuden sekä ohjelmointikielten vaihtelevuus, jolloin rivit eivät ole vertailukelpoisia.
- lähdeohjelman loogisten lauseiden laskeminen: lasketaan koodista ohjelmakielen käskyjä. Erona edelliseen on se, että suorituskäsky voi olla usean rivin mittainen tai riviin voidaan ohjelmoida useita käskyjä. Ongelmat ovat samat kuin edellisessä vaihtoehdossa.

- toimintopistelaskenta: ohjelmistoprojektin koko lasketaan järjestelmän loogisista käyttäjätoiminnoista, joista johtuen menetelmä soveltuu vain samalla toteutustekniikalla ja sovellusalueella tehtyihin projekteihin.
- dokumenttisivujen laskenta: voidaan käyttää kun kuvausstandardit ovat tarkkaan määritetty, jolloin ohjelman kuvaus kertoo myös sen laajuuden.
- takaisinlaskenta: yhdistelmä toimintopiste- ja lähdeohjelman lausemäärien laskennasta. Perustuu konversiotauluihin, jotka on koottu aikaisemmista ohjelmistoprojekteista. Taulukon avulla toimintopisteet muutetaan lähdekoodiriveiksi tai niiden toimintopisteiksi.

Vakioelementeillä parannetaan tuottavuutta ja laatua ohjelmistoprojekteissa. Tuottavuus paranee kun ohjelmointiin, testaukseen ja testaukseen kuluva aika vähenee. Vakioelementtien käyttöä arvioitaessa on koodin lisäksi huomioitava niiden määrittelyt, dokumentaatio, lähdekoodi, testausmateriaali ja ohjeet. Vakioelementtien käyttö ei kuitenkaan aina vähennä tarvittavaa työmäärää, sillä soveltuvien elementtien tuottaminen voi vaatia enemmän aikaa kuin ohjelma-kohtainen ohjelmointi. Vakioelementtien käyttö voi tapahtua myös monitasoisena: koodi käytetään ilman muutoksia, pienin muutoksin tai muuttamalla lähdekoodi laajasti. Vakioelementtien käyttö voidaan huomioda projektin työmäärässä vähentämällä niillä korvattujen toimintopisteiden määrä.

Projektiolosuhteet ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat tuottavuuteen. (Kirmanen. 2002.) Erilaisia olosuhdetekijöitä on satoja, ja ne jaetaan yleisesti neljään pääryhmään: projektitekijät, prosessitekijät, tuotetekijät ja henkilöstötekijät:

- Projektitekijät kuvaavat mm. projektin kehitysympäristön soveltuvuutta, osapuolten sitoutumista, avainhenkilöiden aktiivisuutta, projektiryhmän laajuutta, samanaikaisia projekteja ja prosesseja, ja aikataulurajoituksia (Boehm. 1981.)
- Prosessitekijät kuvaavat ohjelman tuottamisen sisäistä systematiikkaa. Näitä tekijöitä ovat vaatimusten hallinnan taso, standardien, menetelmien ja työvälineiden käyttö

- Tuotetekijät ovat ohjelmistotuotteita kuvaavia yleisiä tekijöitä. Tähän ryhmään kuuluvat sovelluksen monimutkaisuus ja luotettavuus, tietokannan koko (Boehm. 1981.)
- Henkilöstötekijä kuvaa projektiryhmän henkilöstön kokemusta. Ohjelmistotuotannossa projektiryhmän kokemus on standardikomponenttien jälkeen merkittävin tuottavuuteen vaikuttava tekijä (Fenton, Pfleeger. 1998.)

Aikaisemmista projekteista kerätään sellaista kokemushistoriaa, joka koostuu projektia sekä sen erityispiirteitä kuvaavista tekijöistä ja toteutumätiedoista. Kokemushistoriaa käytetään arvioinnin pohjana, jotta saadaan luotettavaa, todellista tietoa työn tuottavuudesta. (Kirmanen. 2002.) Kokemushistoriaa analysoimalla muodostetaan arviointimalleja, joilla kuvataan projektintekijöitä sekä työmäärän ja tuottavuuden välistä riippuvuutta. Arviointimalleja voidaan rakentaa organisaation sisäisten kokemusten perusteella. Riittävän laajan kokemushistorian kerääminen voi kuitenkin kestää niin kauan, että siihen liittyvien projektien teknologia ehtii vaihtua, eivätkä tiedot ole enää sovellettavissa uusiin projekteihin. Tällöin ulkopuolinen yritys, jolla on laajempi tietokanta, voi rakentaa ja kalibroida tarvittavat arviointimallit olosuhteisiin sopiviksi. Yritysten ja organisaatioiden erilaiset tiedonkeruumenetelmät sekä epäyhtenäinen tietojoukko voivat aiheuttaa ongelmia mallien rakennuksessa ja heikentävät samalla niiden luotettavuutta. (Angelin ym. 2001.)

Jos kokemustietokannat ovat puutteellisia, ei niiden mukaan rakennettu arviointimallikaan ole luotettava. Tämän vuoksi tiedonkeruussa on käytettävä vakioituja menetelmiä, huomioitava tiedonkeruutapa sekä kerättävän tiedon laatu ja määrä. Kokemustietokantojen on siis oltava yksinkertaisia, valideja, vakaita, analysoitavia ja toimintaa ohjaavia. Yksinkertaisen mittarin arvo on helposti ymmärrettävissä. Validi mittari kuvaa tarkalleen sitä, mitä sen halutaankin kuvaavan. Vakaat mittarit eivät ole herkkiä tulosten manipuloinnille. Tällöin ei esimerkiksi mittarin parantaminen paranna automaattisesti tuottavuutta. Analysoitavien mittareiden tulokset soveltuvat tilastolliseen käsittelyyn. (Kirmanen. 2002.) Ohjaavan mittarin tuloksia saadaan jo tuotekehitysprosessin aikana jolloin niitä voidaan myös hyödyntää ohjaamaan prosesseja. Kokemustietokanta koostuu erilaisista mitta-asteikkomuuttujista. Näitä muuttujia ovat pääasiassa käyttäjäorganisaation tyyppi, sovellusaluetyyppi, sovellusalustan

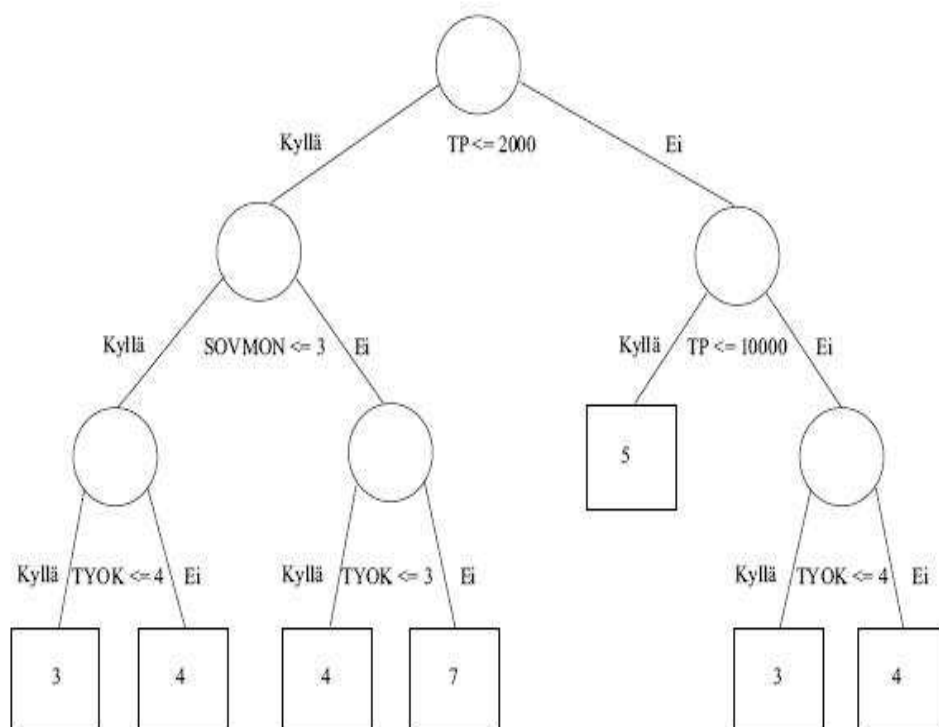
tyyppi, prosessin ja henkilöstön kyvykkyys. Kokemustietokannan arviointimal-
lia rakennettaessa on analysoitava ne tekijät jotka ovat merkittäviä organisaa-
tion tuottavuuden kannalta ohjelmistokehitysprojehtissa. Lisäksi tekijöiden on
oltava toisistaan riippumattomia, toisistaan riippuvat tekijät on jollain tavoin
yhdistettävä. (Kirmanen. 2002.)

5.3 Resurssien arvioinnin tekniikoita

1. Regressiomalli: Useimmat arviointimallit perustuvat regressiotekniik-
kaan. Malli rakennetaan aikaisempien vastaavien projektien kokemustie-
tokannoista selvittämällä eri tekijöiden välisiä riippuvuuksia. (Kirmanen.
2002.)

2. Analogiamalli: Analogiaankin perustuva arviointimalli tukeutuu koke-
mustietokantaan. Analogiatietokannasta etsitään tulevan projektin kaltai-
sia päättäneitä projekteja. Vastaavien projektien toteuma tiedoista arvioi-
daan tulevan projektin työmäärä. Arvioitavasta projektista etsitään ne
muuttujat, jotka parhaiten kuvaavat projektin luonnetta. Muuttujien mää-
rittelyn jälkeen etsitään projektitietokannasta samankaltaisia muuttujia si-
sältävät projektit. Näistä määritetään sääntö, jolla projektin työmäärä
muodostuu. (Kirmanen. 2002.)

3. Regressiopuu: Regressiopuu (KUVA 22) muodostuu joukosta kysy-
myksen muodossa olevia luokitteluperusteita. Kysymyksiin vastataan
”kyllä” tai ”ei” vastauksilla. Puu muodostetaan valitsemalla riippuva muut-
tuja, joka voi olla esimerkiksi työmäärä. Tälle valitaan riippumattomat
muuttujat, jotka vaikuttavat riippuvaan muuttujaan. Puun solmut ovat riip-
pumattoman muuttujan ehtoja. (Kirmanen. 2002.)



KUVA 22. Regressiopuu (Kirmanen. 2002.)

6. Tuotekehitystoiminnan riskienhallinta

Riskienhallinta tarkoittaa systemaattista prosessia, jolla siirrytään passiivisesta ongelmien toteamisesta aktiiviseen riskejä kartoittavaan ja ennakoivaan toimintaan. Riskienhallinnan tärkeimpänä tehtävänä on havaita projektin hälyttäviä piirteitä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, jotta projektille jää aikaa ja mahdollisuuksia tehdä toimenpiteitä vahinkojen välttämiseksi, esimerkiksi kohdentaa resursseja tai muuttaa suunnitelmia. Menetelmiä riskienhallintaan on monia, mutta päätarkoitus kussakin menetelmässä on, että riskit yleensäkin tunnistetaan. Jo se, että erinäköisten riskien mahdollisuutta mietitään, on riskienhallintaa. Hyvä suunnittelija rakentaa riskienhallintatyön jatkuvaksi prosessiksi. Riskien hallinnasta on erityistä hyötyä silloin kun suunnitellaan uutta toimintaa ja tuotetta, edellä mainitun toiminnan alkuvaiheessa, muutosten yhteydessä, suunnitteluprojekteissa sekä ulkoisten ja sisäisten riskien muuttuessa. (Kortetjärvi. 2006.)

Riskien tunnistaminen on riskienhallinnan prosessin ensimmäisiä vaiheita. Niiden tunnistaminen tuottaa prosessiin tekijöitä, joita välttämällä päästää tyydyttävään lopputulokseen. Ensimmäinen riskien arviointi tehdään mahdollisimman aikaisin projektin alkuvaiheessa. Näin voidaan arvioida jo projektin suunnitteluun liittyviä riskejä. Sen jälkeen riskiarviointi olisi syytä tehdä säännöllisesti projektin kannalta hälyttävien tapahtumien ilmaantuessa. (Kortetjärvi. 2006.)

Riskien hallinta on tiimityötä, jossa tarvitaan hankkeesta riippuen useita asiantuntijoita, myös projektin ulkopuolisia, jotka arvioivat tunnettujen riskien vaikutuksia useista eri näkökulmista. Riskien eliminointimenetelmät tukevat riskienhallintaprosessia ja edistävät riskien luokittelua, vastuiden määrittystä ja riskien eliminoinnin valvontaa sekä raportointia. Riskien tunnistamisen menetelminä käytetään valittujen riskien tunnistamisen välineitä, kuten esimerkiksi tarkistuspöytäkirjoja.

Riskien tunnistaminen ja hallinta on iteratiivista toimintaa koko projektin ajan. Tunnistamisen ja analysoinnin voi aloittaa jokin projektin muutos tai suunnitelmasta poikkeaminen. Virheet vaatimusmäärittelyssä tai ennalta tunnistamaton riski voivat tulla kalliiksi projektin edetessä.

6.1 Riskienhallinnan prosessi

Riskien tunnistamisprosessin tavoitteena on projektin uhkien tunnistaminen ja kuvaaminen. Tunnistamisprosessien kuvausten puutteet ovat myös riskienhallinnan puutteita. Yleensä riskien tunnistamisesta ovat vastuussa projektin johtaja ja laatuvaastaava. (Haikala, Märijärvi. 2003.) Heidän resursseinaan ovat projektin vakituinen henkilöstö sekä sidosryhmät. Riskien tunnistamisen tuloksena on projektin kuluessa päivittyvä lista mahdollisista riskeistä, jotka eivät vielä ole toteutuneet.

Prosessi aloitetaan riskienhallintasuunnitelmalla, joka sisältää projektin kannalta oleellisia tietoja kuten resurssit, aikataulut, budjetin ja vaiheet. Riskienhallinnan tunnistamisessa uhkaavina tekijöinä käytetään projektin aikana tuotettuja dokumentteja sekä projektin tapahtumia, kuten esimerkiksi kokouspöytäkirjoja, vaatimusmäärittelyjä projekti aikatauluja sekä – suunnitelmia. (Paananen. 2008.)

Koska riskejä on paljon, on ne hallinnan kannalta pystyttävä luokittelemaan tai listaamaan jollain tavalla. Oleellista riskien jaottelussa ja listauksissa ei ole niiden vertailu, vaan yleiskäsityksen luonti projektin tilasta. Luokittelun ja listauksen perusteita on useita ja ne valitaan aina projektikohtaisesti tai tilanteen mukaan jolloin listaukset muuttuvat projektin edetessä.

Riskianalyysissä tarkastellaan yksityiskohtaisemmin tunnettuja riskejä. Analyysissä uhkatekijät kerätään listaksi, jossa jokaisen tekijän todennäköisyys sekä vaikutus pyritään arvioimaan projektin kannalta sopivalla asteikolla tai määritelmällä.

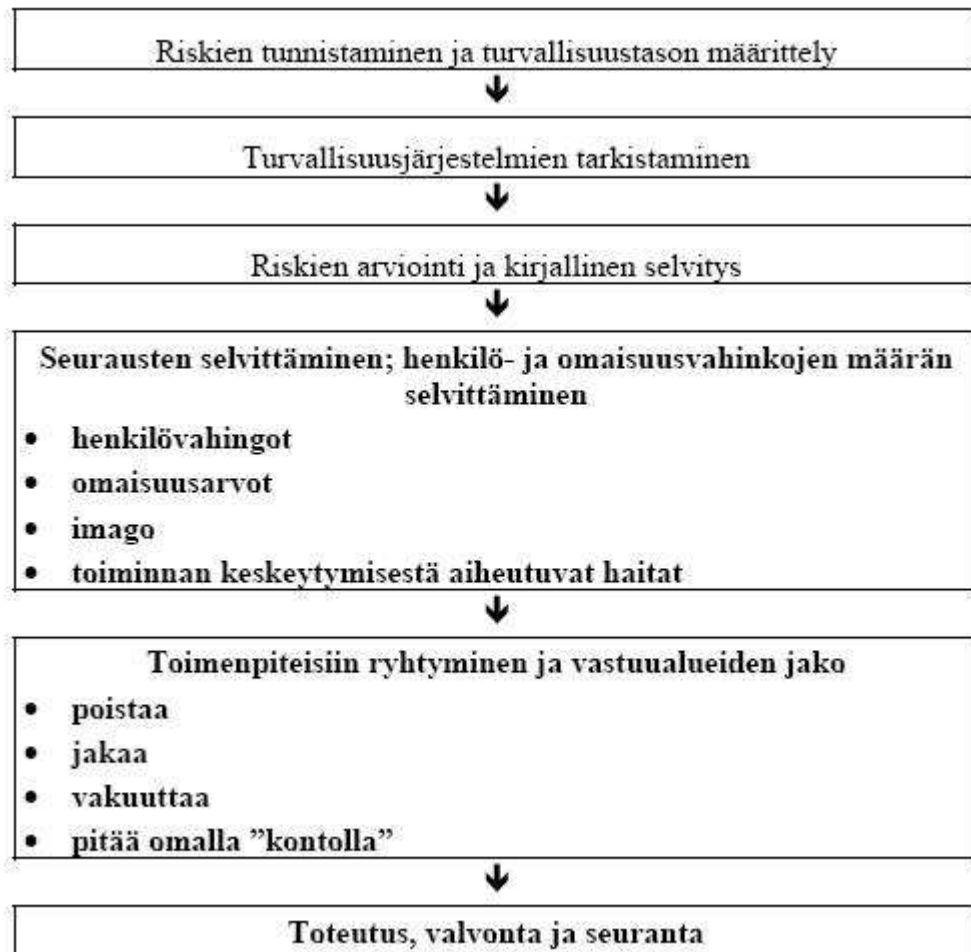
Riskianalyysien suunnittelussa ja toteutuksessa sekä myöhemmin dokumentoinnissa ohjeina ovat standardit. Niiden perusteella laaditaan myös riskianalyysin laatuvaatimuksia tai arvioidaan jo toteutettuja analyyseja.

Riskianalyysiin liittyviä standardeja ovat esimerkiksi:

- 📄 SFS-IEC 60300-3-9. Teknisten järjestelmien riskianalyysi.
- 📄 IEC 60300-3-13. Application Guide, Project Risk Management
- 📄 SFS-EN 1050. Koneturvallisuus. Riskien arvioinnin periaatteet.
- 📄 ISO 14971 Riskienhallinta
- 📄 AS/NZS Standard 4360. Risk Management
- 📄 ISO 15504: Software Process Improvement and Capability dEtermination.

Riskianalyysien ja poikkeamien mallintamisten suoritustapoja on useita. Seuraavassa muutamia yleisimpiä:

Perinteisessä riskianalyysissä uhkien tunnistamiseen ei käytetä mitään järjestelmällistä riskien analysointimenetelmää. Kuvassa 23 esitetään riskienarvioinnin perusmenetelmä. Menetelmän ongelmaksi muodostuu uhkista saatavan luettelon kattavuus, mutta toisaalta luettelo voidaan muodostaa nopeasti vähemmän tunnetuistakin projekteista. Luettelon muodostuksessa apuna ovat esimerkiksi tarkistuslista, kyseisen alan merkittävimmät riskitekijät tai riskitaksonomiat, joissa yleistetään ja luokitellaan kaikki alaan liittyvät uhkatekijät. (Meriläinen. 2003.) Uhkien seurauksia hahmotetaan skenaarioissa. Ohjelmistoprojekteissa perinteinen tapa tehdä riskianalyysijä on tarkastella keskeisiä teknisiä ja projektiriskejä.



KUVA 23. Riskienhallinnan perusanalyysi (Kortetjärvi. 2006.)

Tapa antaa tuottajakeskeisiä riskinäkökulmia ja projektinäkökulmaa riskienhallintaan antaa liiketoimintariskien tarkastelu. Näiden tarkastelujen harmaalle alueelle jää usein asiakasnäkökulma. Tuotevastuunäkökulma edellyttää riskianalyysiä, jossa tarkastellaan tuotteen käyttäjien tarpeita ja toimintaa sekä niistä lähtien tunnistetaan mahdollisia vahinkoriskejä. Riskin suuruutta kuvaa taloudellisen menetyksen odotusarvo, joka määritetään riskin toteutumisen todennäköisyyden ja menetyksen suuruuden avulla. Kaikille riskeille ei voida antaa toisiinsa vertailukelpoista mittaria, jolloin helpointa on asettaa riskit vakavuusjärjestykseen tai vakavuusluokkiin.

Syy-seurauskaavio on yksinkertainen graafinen menetelmä kuvata asioihin vaikuttavia tekijöitä, niiden välisiä yhteyksiä ja vaikutussuhteita. Kaaviota käytetään erityisesti selvitettäessä ongelmien syitä. (Tuurala.) Kaaviosta saadaan selkeä kokonaiskuva vallitsevasta tilanteesta sekä voidaan määritellä ongelmaan todennäköisimmin liittyvät syyt. Syy-seurauskaavio syntyy parhaiten

ryhmytyön tuloksena, jossa pohditaan ongelmaratkaisua erilaisista näkökulmista. Ryhmytyönä saadut ajatukset ongelmien syistä ja syihin vaikuttavista tekijöistä muodostavat pohjaa kaavion rakentamiseen.

Vikapuuanalyysi on edellisistä menetelmistä poikkeava ollen ylhäältä alas -tyyppiä. Analyysi siis aloitetaan lopputuloksesta ja siinä ilmenevistä puutteista, vioista ja ongelmista. Näille päätellään esiintymisehdot, jotka muodostavat analyysin seuraavan tason. Ensimmäisen tason ehtoja voidaan yhdistää loogisilla operaatioilla, yleensä ja- sekä tai-operaatioilla. Seuraavat tasot muodostuvat aina ehtojen ehdoista kunnes päästään vikojen aiheuttajiin tai riittävän tarkkaan analyysiin. Kun ehtorakenne on muodostettu, liitetään siihen todennäköisyydet. Tästä voidaan sitten laskea lopputuotteen vialle tai ongelmalle todennäköisyys käyttäen todennäköisyyslaskennan loogistenoperaatioiden sääntöjä.

Vikapuuanalyysi soveltuu ohjelmistojen tutkimiseen, jos vikaa ei rajata liian tarkasti. Tuloksen tarkkuuteen vaikuttavat eniten todennäköisyyksien tarkkuudet sekä vikojen keskinäiset riippuvuudet. Huolimatta siitä, että analyysi aloitetaan lopputuloksesta, voidaan menetelmää käyttää jo tuotteen varhaisessa suunnitteluvaiheessa. Menetelmän käytön onnistuminen riippuu analyysoijan kyvystä havaita ei-toivotut tapahtumat ja niiden seuraukset. (VTT.)

Potentiaalisten ongelmien analyysin tavoitteena on riskejä aiheuttavien tekijöiden selvittäminen ja tärkeysjärjestyksen määrittäminen. (Immonen. 2002.) Analyysissä ongelmat tunnistetaan erilaisten ideointitekniikoiden avulla. Tuotteen tai toiminnan ongelmien analyysi aloitetaan lopputuloksesta aiheutuvien ongelmien etsimisellä. Kaikki ongelmatyypit otetaan huomioon liittyvät ne sitten mihin tahansa vaiheeseen tuotteen elinkaareissa. Analyysi voidaan aloittaa ideointipalaverilla, jossa listataan kaikki mieleen tulevat ongelmakohdat. Tämän jälkeen haittatekijät liitetään käyttöön ja niiden ongelmakohtiin. Tällä tavoin tuote tai palvelu ja ympäristötekijät liitetään vuorovaikutteisesti riskien tunnistamiseen.

Tapahtumapuuanalyysi on menetelmä, jonka avulla selvitetään jonkin alkutapahtumasta mahdollisesti seuraavia tapahtumia. (VTT.) Menetelmässä ra-

kennetaan kaavio, josta selviää yksittäistä ongelmakohtaa tai poikkeamatilannetta kuvaavan tapahtumaketju. Alkutapahtumasta alkavan kaavion haarautuminen kertoo mitkä toisistaan riippumattomat tapahtumat voivat toteutua perustapahtuman jälkeen. Tapahtumien ollessa toisistaan riippumattomia, haarasta lähtevän tapahtumaketjun vaihtoehtoja kuvaavien kaavion osien yhteenlaskettu todennäköisyys saa aina lukuarvon yksi. Tapahtumapuuanalyysi soveltuu hyvin ajallisesti etenevien tapahtumaketjujen tutkimiseen ja vaihtoehtoratkaisujen kvantitatiiviseen vertailuun. Huonosti malli soveltuu etenkin syy-seuraussuhteiden selvittelyyn ja sekä varsinaisten poikkeamien aiheuttajien tutkimiseen. (VTT.)

Väärinkäyttöanalyysi on menetelmä, jolla analysoidaan väärästä käytöstä johtuvia riskejä. Joissakin luokitteluissa tätä ei lueta varsinaisten riskianalyysien ryhmään, mutta varsinkin teknisten tuotteiden kehitysprojekteissa analyysiä suoritetaan aina jossain muodossa, joko järjestelmällisesti tai prosessien osana.

Analyysissä huomioitavia tekijöitä ovat Paanasen mukaan (2008.):

- kaikkien osatekijöiden mahdolliset väärinkäytöt
- olosuhteiden poikkeavuudet
- käyttäjien epätavallisuus
- epätodennäköisten mahdollisuuksien arviointi
- tahalliset väärinkäytöt.

Analyysi on suositeltavaa jo suunnittelun alkuvaiheessa ja sitä toistetaan tuotekehitysvaiheen eri prosesseissa sekä lopuksi prototyypille tai kokeiluissa, koska väärinkäyttömahdollisuudet ovat käyttäjäriippuvaisia vaikuttaen tuotteen tai toiminnan yksityiskohtiin. Tarkastelu aloitetaan käyttötilanteiden määrittelystä ja kuvaamisesta sekä jakamisesta pieniin osiin. Osatekijöille etsitään käyttäjäryhmissä väärinkäytön mahdollisuuksia ja keinoja niiden hallintaan tuotekehityksen kautta.

Vika- ja vaikutusanalyysi tai syy-seurausanalyysi on tarkoitettu sellaisten tekijöiden tunnistamiseen, joiden seurauksilla on merkittävä vaikutus lopputu-

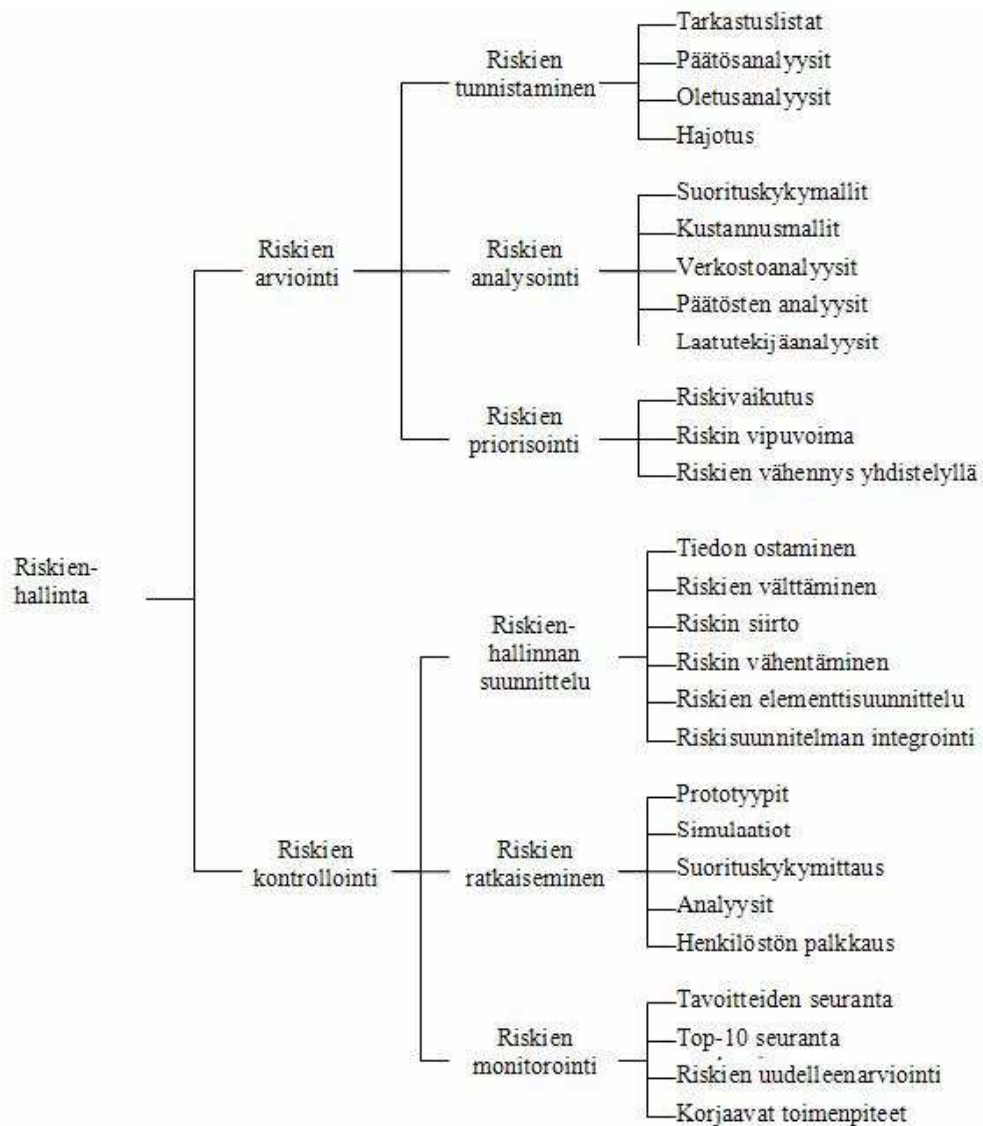
lokseen tai tuotteen suorituskykyyn. Analyysissä tarkasteltava kohde jaetaan riittävän pieniin ja yksinkertaisiin komponentteihin ja osajärjestelmiin, joille määritetään riskitekijät. (Kivistö-Rahnasto, Vuori. 2000.) Kaikille riskitekijöille kirjataan parannusehdotukset. Vika- ja vaikutusanalyysi on kehitetty järjestelmävikaa tai mahdollisiin henkilövahinkoihin johtavien riskiyhdistelmien selvittämiseksi. Analyysi aloitetaan etsimällä kriittinen tapahtuma, häiriö tai ei-toivottu riski. Tälle tapahtumalle etsitään syitä, jotka johtavat ei-toivottuun lopputulokseen. Tälle tapahtumalle rakennetaan vikapuuta edellisen tapahtumaan johtaneista syistä taso tasolta.

Poikkeamatarkastelu (HAZOP) auttaa sellaisten tuotteiden ja toimintojen analysoinnissa, joiden tapahtumat sijoittuvat poikkeaviin olosuhteisiin tai toimintaan vaikuttavat tekijät vaihtelevat. Lähtökohtana on normaaliolosuhteissa toimiva tapahtuma, jolle oletetaan syntyvän suunnitteluperusteista poikkeavia tilanteita tai olosuhteita. (Kivistö-Rahnasto, Vuori. 2000.) Poikkeamat ovat tyypillisesti niin harvinaisia, ettei niitä voida ottaa perustellusti huomioda suunnittelussa, mutta voivat heikentää laatua, aiheuttaa vaaraa tai epävarmuutta.

Poikkeamatarkastelua käytetään yleisimmin ihmisten toimintajärjestelmien analysointiin. Tarkastelun tavoitteena on ongelmien tunnistaminen, jolloin riskin suuruudelle ei ole määritetty arvoa. Kun ongelmat on löydetty, etsitään niiden poistamiskeinoja. (Kivistö-Rahnasto, Vuori. 2000.)

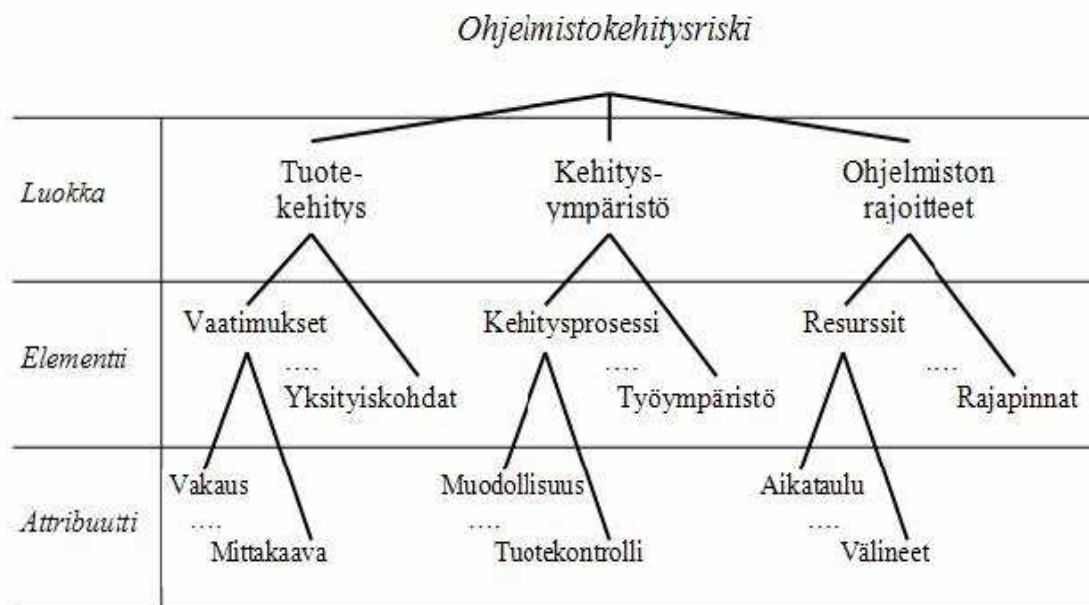
Riskien tunnistamisen lailla myös riskien monitorointi on projektiosapuolien vastuulla. Jos jonkin riskin toteutumien näyttää todennäköiseltä, on asia otettava esille viimeistään projektikokouksissa. Tällöin aloitetaan toimenpiteet riskin toteutumisen ehkäisemiseksi esimerkiksi keskeyttämällä projekti.

Riskien hallinnassa voidaan käyttää eri malleja. Boehmin (KUVA 24) riskienhallinnan kehys jakaa riskienhallinnan kahteen alakategoriaan: riskien arviointiin ja kontrolliin. Riskien arviointi jaetaan edelleen riskien tunnistamiseen, analysointiin ja priorisointiin. Arvioinnin tuloksena muodostuu lista uhkatekijöistä joka toimii lähteenä riskien kontrolloimiselle. Riskien kontrollointi jaetaan riskienhallinnan suunnitteluun, ratkaisemiseen ja monitorointiin.



KUVA 24. Boehmin riskienhallinnan kehys (Boehm. 1989.)

SEI:n (Software Engineering Institute) riskienhallintamallissa prosessi kuvataan syklinä jossa on kuvan 25 mukaiset vaiheet. Riskienhallintamalli korostaa vuorovaikutuksen merkitystä prosessissa. Riskienhallinnan tulee olla jatkuvaa työtä joka toistuu kaikissa prosesseissa. SEI:n riskitaksoniassa riskit luokitellaan kolmeen kategoriaan: luokka, elementti ja attribuutti. (Carr ym. 1993.) Riskien tunnistamiseen käytetään taksoniaperustaista kyselyä, joka sisältää attribuutteihin liittyviä kysymyksiä.



KUVA 25: SEI:n riskitaksonomia (Carr ym. 1993.)

6.2 Tyypillisiä riskejä ja keinoja riskien välttämiseksi

6.2.1 Tuoteriskit

Tuote- ja tuotevastuuriskit: Uusien tuotteiden hankintaan liittyy aina riskejä, joita hallitaan oikealla suunnittelulla ja valmistuksella sekä simuloimalla tuotteiden käyttötilanteita.

Teknologia: Teknologian ja ohjelmistojen kehitys ei onnistu aina aikataulujen mukaan. Järjestelmien kehitys kulkee eteenpäin yksittäisestä tekijästä riippumatta ja uusia komponentteja otetaan käyttöön sekä vanhat poistuvat kesken projektien. Kun uudella ja vähemmän tutulla tekniikalla aletaan toteuttaa projektia ennen kuin projektin jäsenet ovat sisäistäneen teknologiaa, täytyy kiinnittää erityistä huomiota tämän riskin arviointiin sekä haittojen ennaltaehkäisyyn.

Vaatimukset: Teknisen järjestelmän tai ohjelman vaatimusmäärittely on usean näkemyksen ja mielipiteen summa. Jos käyttäjä tai tilaaja ei osaa kuvailla tarvettaan sekä käyttötilanteita riittävän laajasti ja yksityiskohtaisesti, järjestelmästä tulee usein vajaa. Vaatimukset saattavat myös johtaa monimutkai-

seen järjestelmään, jonka yhteensopivuus ja toiminnallisuus eivät ole halutun kaltaisia.

Monimutkaisuus: Käytettävyys on huomioitava projektien alusta lähtien. Turha osaamisen esittely tai tietämättömyys käyttötapahtumasta monimutkaistaa järjestelmää.

Suorituskyky ja luotettavuus: Molemmat ovat monimutkaisia kokonaisuuksia joita on tarkasteltava sekä osa- että kokonaisjärjestelminä. Tavoitteena on saada osajärjestelmät ja kokonaisjärjestelmä toimimaan vaatimusten mukaisesti sekä virhetoiminnoista palautuvasti.

Kokonaislaatu: Edellä mainitut riskit on voitava eliminoida koko tuotantoketjussa toimivilla laatuja järjestelmän välineillä.

6.2.2 Projektiriskit

Aikatauluriski: Järjestelmien toimitus tapahtuu yleensä asennusprojektina. Siihen sisältyy myös aikatauluriski. Erityisesti kehitystyötä vaativissa projekteissa riski on suurimmillaan. Valmistaja voi helposti luvata järjestelmän optimistisella aikataululla saadakseen tilauksen. Tällöin ostajan on vaadittava ennen sopimusta valmistajalta yksityiskohtainen suunnitelma järjestelmän toimintuksesta ja ylläpidosta elinkaaren ajalle.

Sopimusriski: Olennaista on, että valittu toimittaja pystyy vastaamaan sitoumuksistaan. Mitkään sanktiot ja sopimussakot eivät auta, jos valmistaja ei taloudellisesti tai taidoillaan kykene valmistamaan tuotetta. Projektin rajauksessa määritetään ne asiat, jotka kuuluvat projektiosapuolille. Hyvin tehtyjen rajausten jälkeen kiistojen aiheita on huomattavasti vähemmän.

Budjettiriski: Väärä mitoitus johtaa joko resurssein loppumisen tai tarpeettoman pitkäaikaiseen kehitystyöhön.

Resurssiriski: Resurssit voivat jakaantua organisaatiossa useiden projektien kesken. Toisiaan seuraavien työvaiheiden riittävän joustava suunnittelu ei

myöskään aiheuta resurssiongelmia. Projektin osapuolten sopimuksessa tekemien tehtävärajausten jälkeen rahojen ja henkilöresurssein tehokas ja oikea käyttö onnistuu paremmin.

Organisaatio: Suunnittelun keinoilla voidaan kuormittaa henkilöstöä tasaisemmin. Projektin kukaan jäsen ei saa olla korvaamaton, jokaisella on oltava ajan tasalla oleva varamies joka myös tasaa kuormitusta projektin eri vaiheissa. Projektin onnistumisen ehdoton edellytys on myös johdon ja projektiryhmän sitoutuminen tavoitteisiin.

6.2.3 Toiminnalliset riskit

Kilpailutilanne- ja hintariski: Modernin puolustusteknologian hinnan arvioidaan kaksinkertaistuvan seitsemän vuoden välein. (Maner. 1997.) Samassa suhteessa kasvaa myös materiaalin ylläpitokustannukset. Eniten hintojen nousuun vaikuttaa teknologinen kehitys, mutta myös tuotannon ja osaamisen keskittyminen ja valmistajien väheneminen kohottaa merkittävästi kustannuksia.

Poliittiset ja lainsäädännölliset riskit: Poliittisen ympäristön ja lainsäädännön muuttumisella voi olla merkittävä vaikutus puolustusvoimien hankintoihin.

Tietoturvariskit: Riskit ovat kaikkien organisaatioiden toimintaa häiritseviä tekijöitä. Usein tietoturvallisuuden ongelmat liittyvät huolimattomuuteen, ymmärtämättömyyteen, osaamattomuuteen sekä tietojärjestelmien teknisen toteutuksen ja käytön puutteelliseen laatuun.

Tilaajariskit: Tilaaja saattaa menettää luottamuksen tuottajaan ja keskeyttää projektin. Tilaaja ei ole määritellyt tarpeitaan ja vaatimuksiaan riittävän tarkasti jolloin ne muuttuvat kesken projektin ja lisäävät kustannuksia.

Taloudelliset riskit: Tuotekehityshanke saattaa olla organisaatiolle suuri taloudellinen kuormitus. Tuotekehitys ja projektin vaatimat investoinnit voivat hankkeen epäonnistuessa tai keskeytyessä aiheuttaa taloudellista vahinkoa.

Ympäristöriskit: Useimmissa tuotekehitysprojekteissa on tarpeen tai pakollista huomioida tuotteen ympäristövaikutukset ja käytön loputtua tuotteen jälkikäsittely. Puolustusvoimien tuotteissa kaikkien projektien ympäristövaikutukset arvioidaan. Ohjelmistokehityksessä laitteiden ja ohjelmien sopimattomuus aiheuttaa ympäristöriskejä.

Riskien listaa voitaisiin jatkaa vielä pitkästi, mutta edellä mainitut riskit ovat yleisimpiä.

7. Tuotekehitystoiminnan laatu

7.1 Laatujärjestelmän tavoitteet

Puolustusvoimien, kuten myös yritysten laatustrategialla varmistetaan, että tuotteet täyttävät asetetut vaatimukset, jotka ovat myös vakiomenetelmin todennettu. Laatujärjestelmällä pyritään lisäksi saavuttamaan säästöjä, huomioidaan hankintojen ympäristövaikutukset ja luomaan edellytykset yhteistyölle muiden maiden kanssa.

Materiaalihankkeissa käytetään vaatimusohjatun toimintamallin periaatetta, jossa tuotekehityksen suunnittelu käynnistetään suorituskyykyvaatimusten perusteella josta johdetaan materiaalille asetettavat vaatimukset. Ohjausmalli varmistaa puolustusvoimille hankittavien tuotteiden vastaavan materiaalipoliittisessa strategiassa asetettuja tavoitteita. (Puolustusministeriö. 2007.)

Nato-standardit ja muissa käyttäjämaissa vaatimukset täyttävä, hyväksytty sotamateriaali on pääsääntöisesti hyväksyttävä sotavarusteeksi myös Suomessa toistamatta jo muualla tehtyjä testejä ja kokeita. Materiaalin vastaanotossa käytetään ko. maan vastaanottovaatimuksia ja laadunvarmistusorganisaatioiden palveluita. (Puolustusministeriö. 2007.)

Ministeriöiden tekemien sopimusten perusteella ulkomaisissa hankinnoissa valtuutetaan myyjämaan viranomaiset tekemään laadunvarmistusmenettelyt. Sopimukset ovat voimassa sekä normaali- että poikkeusoloissa. Menettelyllä mahdollistetaan tuotteiden välitön käyttöönotto tilaajamaassa, säästetään resursseja ja varmistutaan paremmin hankittavan materiaalin vaatimustenmukaisuudesta. (Puolustusministeriö. 2007.)

Tuotekehitysprojektin laadunhallinta voidaan jakaa projektin prosessien ja projektin tuotteen laadunhallinta. Prosessin laatu vaikuttaa suoraan tuotoksen laatuun. Prosessi ei kerro projektille mitä tai millainen laatu on, mutta se antaa raamit ja ohjeet laadun tuottamiseen. Laatu varmistetaan oikein mitoitettulla suunnittelulla, työnkululla, tarkistuskäytännöllä ja muilla prosessin työkaluilla.

Prosesseihin sisältyy myös itse prosessinkehittämiseen liittyviä työkaluja ja mittareita.

Laatuun liittyy aina jokin vertailuasetelma, jossa toteutunutta tuotosta verrataan asetettuihin vaatimuksiin. Useita prosesseja sisältävässä tuotekehitysprojektissa tarkastellaan laatua erilailla painottuvista näkökulmista käsin.

Prosessille asetettavia vaatimuksia ja sen ominaisuuksia ovat (Mielikäinen.):

- Understandability (Ymmärrettävyys)
- Visibility (Näkyvyys)
- Supportability (Tuettavuus)
- Acceptability (Hyväksyttävyys)
- Reliability (Luotettavuus)
- Robustness (Vahvuus, haavoittumattomuus)
- Maintainability (Ylläpidettävyys)
- Rapidity (tehokkuus).

Prosessin ongelmien kartoitukseen ja prosessista kerätyn tiedon analysointiin sekä arvioinnin tarkkuuden ja objektiivisuuden parantamiseen voidaan käyttää esimerkiksi SPC-menetelmiä (statistical process control). Niitä ovat tarkastelua havainnollistavat graafiset tekniikat sekä yksinkertaiset tilastolliset välineet, kuten Pareto-analyysi tai laatikko-janakuvio. (Mielikäinen.)

Laatujärjestelmä koostu seuraavista rakenneosista (Ovaska.):

- laadunhallinta
- laadunohjaus
- laadunvarmistus
- laatupolitiikka

- laadun suunnittelu
- laadun parantaminen.

Projektin laatu järjestelmän rakentaminen lähtee liikkeelle projektiasiakirjojen määrittelystä. Erityisesti analysoidaan projektin tavoitteita ja tarkoituksia sekä hyvissä arviointihankkeissa myös toimintamalleja ja niiden kustannustehokkuutta. Valitettavan usein projektiarvioinnit keskittyvät yksipuolisesti tavoiteperusteisiin lähtökohtiin. Tiukka tavoiteperusteinen arviointi voi johtaa kyseenalaisiin tulkintoihin.

Tuotteen laadunhallinta sisältää sekä yleisiä että tuotekohtaisia laadunhallinnan ohjeita ja määräyksiä. Tuotteen laadunhallinnassa keskityn CASE: Käyttöliittymä erityisvaatimukseen. Tuotekehitysvaiheessa projektin tuotteen laadunhallinnan edellytyksiä ovat:

- selkeä tuotespesifikaatio
- standardien määrittely ja niiden käyttö
- historiaan perustuva kokemus
- pätevät resurssit
- puolueettomat suunnitelmien arvioinnit
- muutoksen hallinta.

Projektin ja prosessien kehittäminen edellyttää siis niiden kuvaamista ja mitaamista.

Työn kohteena olevaa ohjelmistoprojektiin vaikuttaa pääasiassa neljä muuttujaa. Merkittävin ja ohjelmistoprojekteissa useimmin esiintyvä muuttuja on kustannukset. Tilaajan puolella kustannukset voivat harvoin joustaa ylöspäin kun taas tuottajalla ne ongelmien ilmaantuessa karkaavat helposti hallinnasta. Tuottaja joutuu tällöin tinkimään jostain. (Paananen. 2008.)

Toinen hyvin yleinen muuttuja ohjelmistoprojekteissa on aika. Projektien alussa määritellään tietysti aikataavoitteet joihin pyritään, mutta ongelmien ilmaantuessa aikataulutavoitteiden suunnitelmallinen hallinta katoaa liian usein.

Muuttujan vaihteluväli sanellaan useimmiten toimittajan suunnalta ja se aiheuttaa muutoksia myös ensin mainitussa muuttujassa eli kustannuksissa. Myös asiakkaan/tilaajan laaduton toiminta aiheuttaa usein muutoksia ja sitä kautta viiveitä ohjelmistoprojekteissa. (Paananen. 2008.)

Tekijät, joihin tilaaja ja tuottaja voivat jo projektin alkuvaiheessa, kuten myös koko projektin ajan vaikuttaa ja hallita, ovat laatu ja laajuus. Projektien tavoitteissa määritellään kustannukset, aika ja laajuus, jolloin joustavaksi tekijäksi jää laatu. Puolustusvoimissa ohjelmistoprojekteissa sovelletaan erilaisia laadun yleisohjeita. Perinteisesti tilaaja mittaa ohjelmistoprojektin laatua vasta projektin loppuvaiheessa, tuotteen testausvaiheen alkaessa.

7.2 Laadun mittarit ja mittaaminen

Tuotekehitystoiminnan mittareiden kehittäminen on ollut kiinnostuksen kohteena useissa tutkielmissa. Mittareita on etsitty ja sovellettu hankeen ominaisuuksien, organisaation toimintojen ja aikatekijöiden lähtökohdista. Useissa selvityksissä ja tutkielmissa on todettu, että yleispäteviä mittareita ei voida määrittää edes rajatuissa ohjelmistoprojekteissa. Tuotekehitys on yritysten toiminnan kehittämisessä ja jatkuvuuden kannalta ehdottoman tärkeää. Hankkeiden onnistumista ja uusien tuotteiden menestymistä mitataan perinteisesti vasta myynnin tuloksilla ja tuotekehityksen mittarina on yleensä vain budjetoitujen varojen riittävyys. (Hultink ym. 2000.) Kehitysprojektin mittaamista hankaloittaa projektien moniulotteisuus ja erilaiset kiinnostuksen tai huomion kohteet kesken olevan projektin aikana. Tuotekehityksen prosessien mittaamista hankaloittaa erityisesti se, ettei onnistumista ole riittävän tarkkaan määritelty. Määritetyt menestystekijät myös harvoin erottavat tuotekehityksen ulkopuolisia menestystekijöitä varsinaisista tuotekehityksen mittareista. (Hultink ym. 2000.) Johtuuko esimerkiksi pieni vikatiheys tuotteen luotettavuudesta vai vähäisestä käytöstä?

Griffinin ja Pagen (1996.) määritelmän mukaan sopivimmat tuotekehityksen menestyksen mittarit riippuvat tuotestrategiasta. Tällainen mittareiden tilannekohtaisuus johtuu siitä, ettei yksikään projekti ole ihan samanlainen lopputuotteesta riippumatta. Jos tuotesuunnittelua ja kehitystä ei mitata, ei sen kehityk-

sen tasoa voi määritellä. Tutkimuksissa on määritelty useita tuotekehityksen menestyksen mittareita, joista useimmat ovat ei-kumulatiivisia ja liian tapauskohtaisia ollakseen vertailukelpoisia.

Projektin toiminnan arvioinnin ja menestyksen mittaamisen lähtökohtana ovat siis asetetut tavoitteet. Projektille ja prosesseille asetetuilla tavoitteilla ja niiden saavuttamisen seuraamisella valvotaan ja ohjataan toimintaa haluttuun suuntaan. Joitakin projektin menestystekijöitä voidaan arvioida vasta vuosien kuluttua, kun tuotekehityksen ominaisuudet alkavat vaikuttaa tuotteessa. Tästä syystä toiminnan mittareita olisi suunniteltava sekä projektin aikana että elinkaaren muissa vaiheissa todennettaviin. Lisäksi on asetettava organisaation tuote- ja toimintastrategian mukaisia mittareita. Organisaation tuotekehitysprojehtien tavoitteet vaihtelevat projektin tavoitteiden mukaan, täytyy myös mittareiden olla eritavalla asetettuja.

Tuotekehitystoiminnan mittareiden järjestäytymättömyys voi johtua onnistumisen mittauksen laajuudesta. (Griffin, Page. 1996.) Organisaation ylin johto on tavallisesti kiinnostunut toiminnan menestymisestä koko organisaation tasolla, jolloin yksittäisten projektien ongelmat tai onnistumiset jäävät usein johdon ylimmillä tasoilla havaitsematta.

Eri lähteistä kerättyjen tietojen mukaan tutkimuksessa ja tuotekehityksessä on käytössä noin 80 tavoite- ja laatumittaria. Näistä taloudellisuuden mittareita pidetään ainoina yleispätevinä onnistumisen mittareina, mutta tuotekehityksen muiden tavoitteiden kannalta taloudellinen tulos ei ole välttämättä tärkein. Organisaation tuotestrategia määrittää projektien tavoitteita, jolloin myös onnistumisen mittarit täytyy valita jokaiselle projektille ja prosessille yksilöllisten tavoitteiden mukaan. (Griffin, Page. 1996.) Puolustusvoimien materiaalihankinnoissa on etenkin järjestelmien osille määritetty strategisia vaatimuksia, jolloin järjestelmien suunnittelussa onnistumista kuvaavien mittareiden on huomioitava sekä tuotestrategian että projektin tavoitteet.

Kuvasta 26 havaitaan kolmen tunnusluvun nousevan tuotekehityksessä tärkeimmiksi strategiasta riippumatta: taloudellinen hyöty, tekninen suorituskyky ja käyttäjä-/asiakastyytyväisyys. Puolustusvoimien hankinnoissa materiaali-

strategiaksi sopiva on tuotestrategia, jossa mittarina pitäisi olla teknologiaetu. Tuotteiden käyttöiän olleessa huomattavan pitkiä, täytyy teknologian ja suorituskyvyn olla jo elinkaaren alussa edistyksellistä, jotta elinkaaren lopussa tuote olisi vielä käyttökelpoinen.

| TUOTTEEN UUTUUS MARKKINOILLE | | | |
|-----------------------------------|---|--|---|
| TUOTTEEN UUTUUS YRITYKSELLE | matala | | korkea |
| | korkea | | |
| | <u>Uusi yritykselle:</u> * markkinaosuus * tuottotavoitteet * kilpailuetu | | <u>Täysin uudet tuotteet:</u> * asiakkaiden hyväksyntä ja tyytyväisyys * tuottotavoitteet * IRR/ROI * kilpailuetu |
| | <u>Tuoteparannukset:</u> * asiakastyytyväisyys * markkinaosuus * tuotteiden kasvu * tuottotavoitteet * kilpailuetu | <u>Tuotelinjan laajennus:</u> * markkinaosuus * tuotot/tuott. kasvu * asiakk. hyväksyntä * kilpailuetu | |
| | <u>Kustannussäästöt:</u> * asiakastyytyväisyys * katteiden saavuttaminen * suorituskky ja laatu | <u>Uudelleen aseointi:</u> * asiakk. hyväksyntä * tuottotavoitteet * kilpailuetu | |
| | matala | | |

KUVA 26. Tuotestrategialähtöiset mittarit (Griffin and Page 1996 s.489.)

Tavoitteidenasettelussa on kaksi vaihtoehtoista periaatetta. (Griffin, Page. 1996, 10.) Toisen periaatteen mukaan tavoitteiden tulee olla helposti saavutettavia ja prosesseja parannetaan jatkuvasti. Useilla helposti saavutettavilla pienillä tavoitteilla päästään hitaasti suuriin muutoksiin. Toisen periaatteen mukaan tavoitteiden tulisi olla lähes mahdottomia saavuttaa. Riittävän haasteelliset tavoitteet estävät vanhojen tekniikoiden käytön. Haasteellisista tavoitteista ei kuitenkaan pidä tehdä mahdottomia. Tuotekehityksessä täytyy tavoitella innovatiivisuutta, ei pelkästään saattaa tuote käyttöön tai markkinoille. Innovaatiivisessa tuotekehittelyssä asiakkaan tai tuotteen lopullisen käyttäjän mielipide on tärkeä. Uusi konstruktio ei ole koskaan valmis ensimmäisellä yrityksellä ja tarvittavien muutosten tekemistä helpottaa käyttäjien aktiivinen osallistuminen testaukseen sekä suunnitteluun.

Vähemmän innovatiivisten projektien, kuten tuotteen asemoinneissa, joissa esimerkiksi valmis tuote liitetään osaksi järjestelmää, mittareiksi soveltuvat tuotekehityksen suorituskyvyn mittarit.

7.3 Muutoshallinta

Kaikissa projekteissa on oltava muutostenhallintaan tarvittavien toimien suunnitelma.

Toimiva muutostenhallinta vaatii perustaksi tarkasti määritellyn projektin. Projektin kuvaus ja määrittelyt eivät kuitenkaan koskaan voi olla täydellisiä, esimerkiksi projektin edetessä ilmaantuu asioita, joista ei ole tiedetty aikaisemmin tai etenevä projekti aiheuttaa muutoksia joissain sen muissa vaiheissa. Tarkka projektin laajuuden kuvaus kuitenkin helpottaa projektisuunnitelmien ohessa ylläpidettävää muutostenhallintaa. Muutostenhallinta lähtee siitä, että projektiryhmä ja projektia lähellä olevat tahot tietävät työn laajuuden ja hyväksyvät muutosten suorittamisen erillisillä päätöksillä. Muutostenhallinnalla estetään projektin leviäminen hallitsemattomasti. Muutosten hallinta kuvataan projekteissa erillisenä prosessina ja liitetään projektisuunnitelmaan. Muutostenhallintaprosessin tavoitteena on siis varmistaa, että muutokseen käytettävät menetelmät ovat ennalta määritettyjä ja niiden avulla voidaan hallita muutoksia tehokkaasti ja täsmällisesti. (Palmila. 2008.) Toimivan prosessin lisäksi muutostenhallinnassa on tärkeää huomioida niihin suhtautuminen. Toimiva muutostenhallintaprosessi vaatii työtä muutoksen tekijältä ja projektiryhmän jäseniltä. Järjestelmä voi tuntua byrokraattiselta ja aiheuttaa sen johdosta jonkin verran vastustustakin jos henkilöiden asenteet eivät ole projektin kannalta oikeat. Muutokset esitetään hallitussa järjestelmässä aina muutospyyntölomakkeella, joka saadaan laadunhallinnan välineistä.

7.3.1 Muutoshallintaprosessi

Tuotteiden toimivan muutoshallinnan aikaansaamiseksi täytyy toiminnalle asettaa oikeat menettelytavat. Muutosten priorisointi keskitetään sellaisiin muutoksiin, joista saadaan suurin hyöty. Jokaiselle muutokselle määrätään vastuuhenkilö muutoksen elinkaaren ajaksi. Muutospyyntöjen käsittely tapah-

tuu projektiorganisaatiossa aina samalla, projektin alussa sovitulla tavalla, jolloin muutosten aiheuttamien ongelmien vaikutukset saadaan pienenevät. Muutosten toteutus tapahtuu myös ennalta määrättyjen henkilöiden kautta. Projektisuunnitelmassa tulisi määrittää muutoshallintaan kuuluvat asiat ennen projektin alkua. Selkeän muutosmääritelmän pohjalta on yksiselitteistä selvittää muutospyynnön laajuus, jolloin liian laajat tai suppeat muutospyynnöt voidaan rajata muutosprosessin vaikutusalueelta pois.

Muutosprosessin toimintoja ovat (Palmila. 2008.):

- 1) Muutospyyntö (RFC): Kaikkien sopimukseen kuulumattomien muutostöiden ja muutostoiveiden käsittely alkaa muutospyynnöllä. Lähtökohtana on, että kaikki tuotteen parissa työskentelevät ovat oikeutettuja muutospyynnön luomiseen. Muutospyyntö laaditaan standardilomakkeelle joka sisältää seuraavat tiedot: muutospyynnön numero, muutospyynnön nimi, ehdottaja, muutospyynnön syy ja kuvaus, vaikutukset, kustannukset ja riskit. Muutospyyntö kirjataan muutoshallintajärjestelmään.
- 2) Muutoshallintajärjestelmästä muutospyyntö otetaan käsittelyyn projektiorganisaatiosta riippuen joko ohjausryhmässä tai projektiryhmässä. Jos käsittely on ohjausryhmässä, siellä muutos joko hylätään tai hyväksytään ilman projektiryhmää. Hyväksytyille muutoksille määrätään vastuuhenkilö projektiryhmässä. Hyväksytyn muutoksen tiedot tallennetaan konfiguraatietietoihin.
- 3) Luokitteluvaiheessa muutospyyntö luokitellaan vaikutusten ja riskien mukaan. Muutospyynnön prioriteetilla kerrotaan, kuinka tärkeä muutospyyntö on muihin verrattuna, miten kiireellinen se on ja millaisia vaikutuksia siitä saadaan. Luokittelussa muutospyynnöt jaotellaan eri ominaisuuksien mukaan, jotta niiden käsittely tapahtuu projektiohjeissa tai suunnitelmassa määritetyllä tavalla.
- 4) Suunnitteluvaiheessa tutkitaan muutoksen ja aikataulun yhteensovittamista. Aikataulun suunnittelulla on tärkeä merkitys muutosten

onnistumiseen, koska muutokset tapahtuvat usein samoja resursseja käyttäen kuin projektin muutkin tehtävät. Suunnitteluvaiheessa tutkitaan myös muutokseen tarvittavien henkilöiden sekä resurssien saatavuus jotka samalla kiinnitetään muutosprosessiin. Tässä vaiheessa myös yhdistellään mahdollisia yhteensopivia muutospyyntöjä muutosversioksi.

- 5) Koordinoinnissa muutos ohjataan oikealle henkilölle tai organisaatiolle, joka suorittaa muutoksen testauksen ja toteutuksen. Koordinoinnin osa-alueita ovat toteutus, testaus ja käyttöönotto. Käyttöönotto tapahtuu muutoshallinnan valtuuttaman henkilön päätöksellä.
- 6) Arviointivaiheessa selvitetään muutoksen toteutumaa asetettuihin tavoitteisiin. Arviointi tehdään käyttäjien mielipiteiden, muutosten vaikutusten ja kustannusten perusteella. Jatkotoimina ovat muutosten muokkaaminen, uudet muutospyynnöt tai muutoksen poistaminen. Jos muutos ei aiheuta ongelmia, voidaan muutospyyntö sulkea.

Muutospyyntölomake sisältää tiedot muutospyynnön esittäjästä, muutoksen syistä ja perusteluista, toimenpiteet jotka muutoksessa täytyy tehdä sekä tarvittavat resurssit, vastuuhenkilöt tai organisaatiot sekä selvitys muutoksen vaikutuksesta projektiin. Lisäksi muutospyyntölomake täytyy identifioida projektin ohjeiden tai laatujärjestelmän mukaisesti. (Palmila. 2008.)

Ongelmanhallinta liittyy jossakin projekteissa muutostenhallintaan, poistetaanhan muutoksilla jokin ongelma. Ongelmanratkaisun onnistumista muutoshallinnassa analysoidaan ongelmanhallinnan avulla. Jos muutos ei tuota ratkaisua, laaditaan uusi muutospyyntö, ongelmanhallinnan analysoidessa.

Muutoshallinta on osa vaatimusmäärittelyä. Projektin alussa kerättyjä vaatimuksia aletaan aktiivisesti toteuttaa, jolloin huomataan usein uusia ratkaisumahdollisuuksia. Vaatimustenhallintaprosessi onkin usein rakennettava kaksivaiheiseksi muutostenhallinnan vuoksi. Vaatimusten muutoksia voidaan seu-

rata vaatimustenhallinnan kautta: seuraamalla vaatimusten tilaa sekä vaatimusten ja suunnittelutietojen jäljittämällä.

7.3.2 Muutoshallinnan mittarit

Onnistuneeseen prosessiin kuuluu aina sen seuranta mittareilla. Muutoshallinnassa toimenpiteille täytyy asettaa sellaiset mittarit, jotka auttavat hallitsemaan muutosprosessia tehokkaasti. Mittarit kohdennetaan tuotteen päätoimintoihin ja vaatimuksiin, kustannuksiin, käytettävyyteen ja luotettavuuteen. (Palmila. 2008.)

Muutostenhallinnan mahdollisia mittareita voivat olla esimerkiksi:

- ✓ tehtyjen muutosehdotusten määrä suhteessa esitettyihin muutoksiin
- ✓ eri tiloissa olevat muutosehdotukset
- ✓ muutostiheys /vaatimus
- ✓ onnistuneiden muutosten määrä suhteessa hyväksyttyihin muutoksiin
- ✓ muutosten toteutumisen vaatima aika
- ✓ muutospyyntöesitysten määrän muuttuminen.

Monilla mittareista voidaan mitata useita kohteita, joilla projektin laadun paranemista voidaan seurata. Monissa mittareissa palataan myös projektin vaatimusmäärittelyyn, jolloin sen tärkeys korostuu koko projektin ajan.

Mittareita varten on tehtävä mittauksia aja tilastointeja, jotka vaihtelevat projektiin osallistuvien organisaatioiden sekä projektin vaiheiden mukaan. (Palmila. 2008.)

7.3.3 Muutoshallinnan hyödyt ja ongelmat

Muutoshallinnan tavoitteena on varmistaa, että muutoksiin käytetään projektissa sovittuja ja laatujärjestelmissä määritettyjä menetelmiä. Näiden avulla muutosprosessi voidaan läpäistä nopeasti ja hallitusti, haittavaikutusten jää-

dessä toivottavasti mahdollisimman pieniksi. Muutoshallinnan avulla muutoksia voidaan jäljittää, jolloin tiedetään muutosten vaikutukset projektiin sekä lopputulokseen. Jäljitettävyyden mahdollistaa myös paluun tilanteeseen ennen muutosta.

Toimiva muutoshallinta helpottaa kustannusten valvontaa sekä nopeuttaa prosessia muutospyyntöä muutoksen sulkemiseen. Muutosten vaiheista saadaan enemmän dokumenttia, eivätkä useatkaan muutokset aiheuta lopputuotteessa epästabiiliutta.

Ohjelmistotuotteissa uusien ideoiden ja muutosten käyttöönotto muutosten avulla edellyttää usein uusia ja yllättäviä lisämuutoksia. Muutoshistoriatietojen avulla on mahdollista aloittaa ilmenevien vikojen tunnistaminen ja niiden poistamiseen tarvittavien toimenpiteiden valmistelu, joilla voidaan tunnistaa ja estää muutokset, jotka voisivat aiheuttaa uusia muutostarpeita jo ilmenneiden vikojen lisäksi. (Palmila. 2008.) Tehokkaan muutoshallinnan avulla voidaan välttää riskit, jotka voisivat aiheutua epäonnistuneiden muutosten seurauksena.

Suurimpia ongelmia muutoshallinnassa aiheuttaa tavoitteiden määrittely. Yli- tai alimitoitettut resurssit joko lisäävät kustannuksia kohtuuttomasti tai viivästyttävät prosessia. Kontrollon puutteellisuus johtaa siihen, että muutoksia tehdään tarpeen mukaan tai jopa jätetään toteuttamatta. Tällaisissa tapauksissa myös muutosten dokumentointi ei ole todenmukaista ja muutoskokonaisuus epäonnistuu. Muutoksista aiheutuu ongelmia myös silloin, kun tieto niiden vaikutuksista on jäänyt selvittämättä. (Palmila. 2008.)

8. Verkostoitunut tuotekehitystoiminta

8.1. Verkostoituminen strategiana

Verkostoitumisen tavoitteena on kaikkia osapuolia hyödyttävä yhteistyö. Verkostoitumisessa säilytetään pienen yrityksen joustavuus ja tehokkuus sekä tavoitellaan yhteistyöllä volyymia. Verkostoituminen voi tapahtua kahteen suuntaan. Organisaatio tai yritys on osa verkostoa sidosryhmien ja asiakkaiden kautta. Usein suuret yritykset ja organisaatiot ovat jaettu pienempiin yksiköihin, jotka toimivat asiakas ja alihankintasuhteessa muihin yksiköihin verkostotalouden periaatteella.

Verkostomaiseen toimintatapaa kuuluu (Sotarauta, Linnamaa. 1999.):

- organisaatioiden erikoistuminen ja työnjaon syventäminen
- yhteistyöhakuinen suhtautuminen ihmisiin
- virallisten ja epävirallisten kontaktien rakentaminen
- hyödyn ja kustannusten tarkastelu verkon näkökulmasta
- alueellisen ja kulttuurillisen yhteenkuuluvuuden korostaminen.

Hyvällä verkostojen johtamisella voidaan vaikuttaa toimijoiden välisen vuorovaikutuksen sujuvuuteen. Verkostojen johtamisella verkostoihin yritetään saada mukaan uusia toimijoita ja aktivoimaan verkostossa jo olevien toimijoiden osallistumista, etsimään keinoja erilaisten tulkintojen, arvojen ja näkökulmien lähentämiseksi ja yhteistyön mahdollistumiseksi sekä tukemaan säännöin ja normein yhteistoiminnan sujuvuutta. (Sotarauta, Linnamaa. 1999.) Verkostojen johtaminen voi olla myös tilanteiden tulkitsemista, niiden luonteen tunnistamista, sääntöjen ja avoimuuden luonteen arvioimista sekä sellaisten keinojen etsimistä, joilla verkostoista ulos jäävät näkemykset ja tietotaito voidaan ottaa mukaan. Tärkeäksi nousee mm. tuotesuunnitteluun vaikuttavien toimijoiden huomion muokkaaminen, ongelmien muotoilu vaatimuksia vastaaviksi, kritiikin etsintä ennakkoilmoitusten, perinteisten metodien ja väärin kuvausten poistamiseksi, merkitysten osoittaminen, toisistaan riippuvien ja merkittävien faktojen kerääminen sekä huomion organisointi mahdollisuuksien muotoilemiseksi ja selvittämiseksi. Verkostojen johtaminen ei ole organisatorisen ase-

mansa perusteella tapahtuvaa käskyttävää ongelmien ratkomista. (Sotarauta, Linnamaa. 1999.)

Verkostojen johtajuus korostaa jatkuvasti sekä muuttuvien tilanteiden mukaan oppivaa ja uudistuvaa toimintamallia. Verkostojen johtaminen kohdistetaan myös sellaisen toimintakulttuurin luomiseen, jossa voidaan sopia yhteisistä kehittämisstrategioista ja arvioida rakentavasti toimintaperiaatteiden ja strategioiden muutostarpeita. (Sotarauta, Linnamaa. 1999.)

8.2 Verkoston muodostaminen

Verkostoituminen voidaan yleisemmin luokitella kahteen toiminnalliseen osaan. Pienet yritykset lisäävät volyymiaan muodostamalla suurempia kokonaisuuksia liittoutumalla, ja suuret yritykset ulkoistavat ydinliiketoimintaan tai osaamisalueeseen kuulumattomia toimintoja yhteistyötä tekeviin yksiköihin. Verkostoituminen yritysten kesken on vanha ilmiö, josta käytettiin aikaisemmin alihankinnan nimeä. Nykyisin alihankinta käsitetään vain tuotantoon liittyväksi, verkostoitumisen sisältäessä myös yritysten ja organisaatioiden muut toiminnot. (Tanskanen. 2004.)

8.2.1 Operatiivinen verkosto

Operatiivinen kumppanuus on luonteeltaan perinteistä kaupankäyntiä vastaavaa. Osapuolten välinen yhteistyö on väljää ja lyhytikäistä sekä rajapinnat vähäisiä. Yhteistyö perustuu molempien osapuolten omien päämäärien tavoitteluun ja yhteistyötä harjoitetaan vain siitä syystä, että koska se on havaittu sopivaksi välineeksi omien tavoitteiden saavuttamiseksi. Operatiivisessa kumppanuudessa osapuolilla on tavoitteena oman strategian kautta keskittyä toimimaan yhdessä omien taloudellisten päämäärien hyväksi. Verkostossa on osapuolille useita vaihtoehtoja, joita kilpailutetaan halvimman vaihtoehdon löytämiseksi. Kilpailuttamisen ja yhteistyöverkoston jatkuvan muutoksen vuoksi tieto/taidon siirtämistä joudutaan rajoittamaan. (Tanskanen. 2004.)

8.2.2 Taktinen verkosto

Taktisessa kumppanuudessa tavoitteena on oppia uutta, yhdistää prosesseja, poistaa päällekkäisyyksiä ja yhdistää toimintamenetelmiä. Kumppanuuden tavoitteet tulevat osapuolten yhteisistä lähtökohdista niin että strategiat toteutetaan jollain kapealla osaamisalueella. Kumppanuus on luonteeltaan avointa ja edellyttää osapuolilta luottamusta, jota ei rakenneta pelkillä kirjallisilla sopimuksilla. Kumppanuuden kehittyminen ja rajojen määrittäminen kestää huomattavasti kauemmin kuin operatiivisessa kumppanuudessa. Yhteistyön hyödyllisyys kehittyy luottamuksen kasvaessa ja tiedonsiirron helpottuessa. (Tanskanen. 2004.)

8.2.3 Strateginen verkosto

Strateginen verkosto on verkostomaisen yhteistyön kiintein ja kehittynein muoto, jossa yhteistyökumppanit ovat sulauttaneet toimintoja toisiinsa, kommunikointi on esteetöntä ja luottamuksellista. Kumppanuudessa yhdistetään tietopääoma siten, että kaikki osapuolet saavat strategista etua itselleen. Strategisesti tärkeitä tietoja luovutettaessa yritysten ja organisaatioiden riippuvuus toisistaan kasvaa muuttaen yhteistyön toisaalta tuottavaksi ja samalla myös riskialttiiksi. (Tanskanen. 2004.)

Strategista verkkoa muodostettaessa on osapuolten tunnistettava sekä omat että mahdollisten verkosto-organisaatioiden erityisosaamiset ja niihin liittyvät mahdollisuudet sekä tunnettava toimintakentän muiden osallistujien vahvuudet ja heikkoudet.

8.2.4 Partnership

Partnership ei kuulu varsinaisiin verkostoitumisen muotoihin, mutta kuvaa erilaisia, pitkäaikaisia yhteistyön muotoja. Termiä käytetään kuvaamaan strategista verkostoa hieman väljempää yhteistyömuotoa.

8.2.5 Allianssi

Allianssi on sellaisten osapuolten strateginen tai taktinen verkosto, joilla on keskenään sopivat ja/tai toisiaan täydentävät tavoitteet. Allianssissa strategialla pyritään uuteen, parempaan asemaan ja taktiikalla poistetaan päällekkäisiä toimintoja sekä parannetaan tehokkuutta.

8.2.6 Ulkoistaminen

Ulkoistamisen perusajatus on ostaa muualta sitä, mitä ei itse kannata tehdä tai ei osaa. Pidemmälle edetessään ulkoistaminen hyödyttää sekä ulkoistajaa että ulkoistetun kohteen tuottajaa. Ulkoistetun kohteen tuottaja voi tuottaa samaa palvelua useille asiakkaille, jolloin asiakasriski pienenee. Laajeneva asiakaspohja parantaa samalla kykyä kehittää kohteena olevaa toimintaa. Termin ulkoistaminen ja alihankinta väliset erot syntyvät tarkasteltaessa termejä markkinoiden suunnasta. (Tanskanen. 2004.)

8.2.7 Virtuaaliyritys

Virtuaaliyrityksissä itsenäiset yritykset sopivat yhteistyöstä tiettyä tehtävää varten. Yrityksessä työntekijät kykenevät tekemään jatkuvaa yhteistyötä sitoutumatta aikaan, paikkaan tai organisaatioon. Virtuaaliyrityksen sisällä myöskään työntekijät eivät ole sitoutuneita, vaan he liittyvät ja poistuvat yrityksestä tehtävien mukaan. Tärkeintä työntekijöiden liikkuvuudessa on heidän tarkoituksenmukaisuus ja tarpeellisuus. Virtuaaliyritys käyttää hyväkseen sellaisia kommunikaatiotekniikoita ja – välineitä, jotka mahdollistavat tehokkaan ja luotettavan etätyön. Yritysverkosto muodostetaan henkilöistä, joiden kyvyt ja taidot täydentävät toisiaan heidän edes aina tietämättä toistensa läsnäolosta.

8.3 Verkoston perustamisen vaiheet

Lehto ja Valkokari (2003.) ovat valmistaneet ”Verkoston kehittämisen työkalupakin”, jonka mukaan verkoston kehittämisprojektissa on seuraavia vaiheita:

1. Peruskartoitus

Tavoite: Vertailukelpoisten perustietojen kerääminen kaikista mahdollisista verkostoyrityksistä ja arvioidaan niiden soveltuvuutta verkostoon.

Tulos: Potentiaaliset verkostoyritykset

2. Ydinosaamisen tunnistaminen

Tavoite: Teknologiaan, toimintaprosessien hallintaan ja henkilöstöön liittyvän ydinosaamisen tunnistaminen. Tämän jälkeen päätetään, mitä kukin verkoston yritys voisi tulevaisuudessa tehdä.

Tulos: Verkoston työnjaon ja roolien selkiytyminen

3. Toimijatyyppien tunnistaminen

Tavoite: Toimijoiden luokitus toimitussisällön ja yhteistyösuhteiden mukaisesti. Määritellään toimittajien roolit verkostossa esimerkiksi tehtäväsällön mukaan.

Tulos: Verkoston yritysten roolien selkiytyminen verkoston sisällä.

4. Liiketoimintaympäristön kuvaus

Tavoite: Verkoston liiketoimintaympäristön kuvaus suhteessa verkoston sidosryhmiin.

Tulos: Selvittää verkoston menestymismahdollisuudet ja liiketoimintaympäristön tuomat muutospaineet verkoston strategiaa luotaessa.

5. Mahdollisuuksien ja riskien kartoitus

Tavoite: Verkostoitumisen riskien ja mahdollisuuksien kartoitus. Verkostokartan avulla arvioidaan yritysverkoston menestymismahdollisuudet ja yritykset voivat punnita verkostoitumiseen liittyviä riskejä ja mahdollisuuksia omista näkökulmistaan.

Tulos: Verkoston menestymismahdollisuudet ja yritysten päätökset osallistua verkostoon.

6. Verkostostrategian laadinta

Tavoite: Verkoston tavoitteiden ja toimintatapojen määrittely. Strategiasa huomioidaan käynnistysvaiheessa tehdyt kartoitukset ja kehitystarpeet.

Tulos: Verkostostrategia, jossa määritellään kilpailuedut, teknisten järjestelmien hyväksikäyttö ja verkoston suunnittelu.

7. Verkoston käynnistys

Tavoite: Verkostoyhteistyön käynnistäminen ja strategian käsittely. Käynnistyksessä tutustutaan yrityksiin ja muodostetaan yhteinen käsitys projektista sekä sen tavoitteista.

Tulos: Verkostoyhteistyön käynnistyminen ja dokumentoitu, hyväksytty verkostostrategia.

8.4 Verkoston toiminnan ohjauksen mittarit

Mittausjärjestelmät ja mittareiden tunnusluvut pystyvät harvoin luotettavasti esittämään verkostomaisen toiminnan laatua tai muutoksia. Useimmat yritys-toiminnan mittarit keskittyvät kustannustehokkuuden selvittämiseen unohtaen strategisen, taktisen ja operatiivisentoiminnan verkostossa. (Vuorio. 2003.)

Vuorion (2003.) mukaan verkoston mittausjärjestelmän tulee olla kommunikointiväline, jonka avulla organisaation vastuuhenkilöt selkiinnyttävät roolinsa tärkeyden verkoston strategian kannalta.

1. Verkostoituneen organisaation mittarit ja tunnusluvut ovat vertailukelpoisia ja niillä on oltava vertailukohteet. Yleinen mittari omasta onnistumisesta on vertailu edellisiin vuosiin ja omaan toimintaan. Sisäistä tuloksellisuutta mittaavat tunnusluvut korostuvat usein liikaa ja unohdetaan niiden vertailtavuus ulkoisiin tunnuslukuihin. Esimerkiksi oman vakiokokoisen varaston kiertonopeus on voinut kasvaa kun kilpailijat ovat vastaavasti parantaneet asemiaan pienentämällä varastojen kokoa ja siten parantaneet suorituskykyä. Verkostoitunut organisaation rakennetaan tulosityksiköksi, jossa tulosityksiköt muodostavat materiaalivirtojen ja toimintojen arvoketjun, joissa kaikille on saatava katetta. Mittareilla on saatava selville ketjusta vertailukelpoisia tuloksia kilpailijoihin nähden, niiden pitää siten tukea sisäistä ja ulkoista yhteistyötä.

2. Verkoston mittarit ja tunnusluvut on liityttävä tuotannon tavoitteisiin ja strategioihin. Verkoston mittareiden ja tunnuslukujen hyödyntäminen on vaikeampaa kuin niitä tuottavan järjestelmän luominen. Mittausjärjestelmän tarkoitus on tuottaa tietoa verkoston prosessien tehokkuudesta, tuottavuudesta jne, ei pelkästään yksittäisten henkilöiden aikaansaannoksista. Riittävän hyvä verkoston mittaus- ja tunnuslukujärjestelmä edellyttää joko kattavaa verkoston toiminnanohjausjärjestelmän tai verkoston perusjärjestelmien tietokannan luomista. Molemmissa tapauksissa edellytetään verkostossa olevien yritysten ja organisaatioiden erilaisen järjestelmätietojen yhteensopivuutta.

3. Verkostoituneista yrityksistä mitataan prosesseja ja niiden tapahtumia. Yritystoiminnan tehokkuuden mittaukset keskittyvät tulosten mittauksiin, itse prosessin tapahtumien ja toimintojen tehokkuus ei näillä mittauksilla näy. Prosessin toiminnot aiheuttavat kustannuksia, ei varsinainen prosessissa oleva tuote, jolle kustannukset kohdennetaan. Jos halutaan parantaa yritysverkoston tehokkuutta ja poistaa tuotannon ongelmia, on mitattava tuotekehityksen, tuotannon, hallinnon jne. prosesseja.

4. Tehokkaiden mittareiden ja tunnuslukujen täytyy olla verkostoyritysten strategiasta johdettuja. Yritysten strategiaan voi kuulua esimerkiksi kustannusten minimointi, tuottojen maksimointi, paljon tuotteiden variaatioita, niin myös mittareiden ja tunnuslukujen on vastattava näitä strategioita ja niiden on oltava samalla toimintaa oikeaan suuntaan johdattelevia. Järjestelmän luonnin haasteena on määrittää verkoston yrityksille yhteiset mittarit ja kohteet, joita mitataan.

9. CASE: Käyttöliittymän kehittämistyö

Käyttöliittymän kehitystyötä tarkastellaan työn tilaajan näkökulmasta. Jotkin kehitystyön vaiheet jakautuvat sekä tilaajalle että toimittajalle, jolloin toimittajan osuudesta esitetään siihen liittyvät vaatimukset, ei sisältöä.

Käyttöliittymän kehittämiseen soveltuu tässä tapauksessa EVO-malli, jossa jokaisen vaiheen jälkeen suoritetaan tarkastus. Tuotteen kehittelyyn osallistuu erilaisilla rooleilla käyttäjiä, järjestelmän vastuuhenkilöitä, osajärjestelmien asiantuntijoita ja ohjelmistoasiantuntijoita. Osallistujien erilaisista rooleista johtuen myös oikeanlaisen työpöytä näkymän valmistuminen onnistuu vasta useiden vaihtoehtojen kokeilujen jälkeen. EVO-mallissa käytetään vesiputousmallin mukaista, jokaisen vaiheen jälkeen tapahtuvaa tarkastusta. Tämä hidastaa tuotekehityksen läpivientiä alkuvaiheessa, varsinkin ennen ensimmäistä testiversiota, mutta tarkastuksissa valvotaan vaatimusten todenmukaisuutta, dokumentointia ja muutoshallintaa.

Uuden käyttöliittymän suunnittelussa on kolme vaihetta (Murch. 2002.):

1. Oleellisten asioiden tunnistaminen:
 - ohjelman pääasiallinen käyttötarkoitus
 - ohjelmiston tavoitteet
2. Iteratiivinen suunnittelu ja arviointi:
 - käytettävyyssuositusten noudattaminen
 - todellisten käyttäjien konsultointi
 - oikeat menetöt käytettävyyden arviointiin
3. Muutoksien ja päivitysten tukeminen:
 - käyttöliittymän suorituskyvyn tarkkailu
 - hallitut käyttöliittymämuutokset.

9.1 Esiselvitys

1. Nykytilanne

Suojelutiedusteluajoneuvoa XA-185 ST käytetään kemiallisen maasto- ja ilmaasaasteen sekä säteilyn ilmaisuun. Ilmaisimet ja analysaattorit ovat liitetty tietokoneeseen, jossa on laitteiden mittaustiedon tallentamiseen tarvittava ohjelmisto "Suti NBCHMI". Analysaattoreiden käyttöä ja ohjausta varten ovat lisäksi laitteiden valmistajien omat ohjelmat. Kaikkien laitteiden mittaustieto voidaan kerätä ja tallentaa "Suti NBCHNI"- sovelluksen kautta. "Suti NBCHMI" koostuu useista erikseen aukeavista ikkunoista, joissa jokaisella ilmaistaan tai suoritetaan yksittäinen toiminto. HMI on Thales Industrial Servicen (TSS, nykyisin Thales Security and Service) valmistama, muita sovellusvalmistajia ovat Gasmet Technologies ja Infi-con.

2. Ongelmat

Ajoneuvon päätoiminto on kerätä ja välittää mittaustietoa laitteilta. Tämä tapahtuu TSS:n valmistamassa HMI:ssä. Kyseisestä ohjelmasta on hyvin vähän dokumentoitua järjestelmätietoa. Tämä dokumentoinnin puutteellisuus hankaloittaa jatkuvien toiminnan ongelmien ratkaisemista. TSS:n hidas reagointi ilmoittamiimme ongelmatapauksiin haittaa tai estää ajoneuvon käyttöä. Järjestelmään kuulumattomien laitteiden testaus on myös mahdotonta ajoneuvossa, koska vain TSS voi liittää niitä HMI:en ja koneisiin.

Käyttöliittymässä on joitakin virheellisiä toimintoja, kuten ikkunoiden koon muuttumiset ja virheellisiä näyttöikkunoiden toimintoja. Käyttöliittymän dokumentoinnin puutteellisuudesta johtuen uusien laitteiden testaus sekä liittäminen järjestelmään onnistuu vain TSS:n suorittamana. Laitetestauksissa, jotka saattavat olla lyhytkestoisia, kallis integrointi ei ole kannattavaa, jolloin myös koko järjestelmän kehittäminen hankaloituu.

3. Sidosryhmät, joita käyttöliittymä koskee

Ajoneuvon käyttäjiä ovat valmiusyhtymien kouluttajat ja varusmiehet. Käyttöliittymä koskee myös analysaattorien ja ilmaisimien laitevalmistajia.

4. Alustavat tavoitteet ja rajaukset

Käyttöliittymä täytyy olla tehty yleisellä ohjelmointikielellä, joka mahdollistaa ajoneuvossa tarvittavat toiminnot. Käyttöliittymä täytyy olla dokumentoitu niin, että sitä voidaan myöhemmin päivittää. Käyttöliittymän kehitystyö rajataan koskemaan vain ohjelmistoa, laitteet ja niiden liitännät tietokoneeseen jätetään nykyisen kaltaisiksi, eikä ajoneuvoon tehdä muutoksia.

5. Toteutuksen eri toimintavaihtoehdot

Käyttöliittymä voidaan hankkia:

- a) valmis toimialakohtainen mittausdatan analyysisovellus: sovellus on usein hyvin dokumentoitu ja kuvattu sekä lähes käyttövalmis ja usein valmiiksi testattu, mutta muutosten tekeminen puolustusvoimien tarpeita vastaavaksi voi olla kallista ja hankalaa.
- b) jokin muu kaupallinen mittausdatan analyysisovellus: soveltuvat mittausdatan analyysiin ja muokkaamiseen. Valittavana on useita valmiita sovelluksia, joiden rakennetta joudutaan ehkä muokkaamaan. Muiden sovellusten kuten karttojen lisääminen tekee sovelluksesta kalliin tai hankalottaa käytettävyyttä
- c) ohjelmoitava mittausdatan analyysisovellus: Sovellus täytyy suunnitella ja testata tarkasti ja yksityiskohtaisesti, mikä saattaa viedä paljon aikaa. Käyttöliittymästä saadaan halutun kaltainen, dokumentointi voidaan suunnitella ja valmistaa ohjelmoinnin aikana. Standardikomponentteja käyttämällä ohjelmointi nopeutuu ja vakioituu, jolloin muutokset ja päivitykset eivät ole käyttöliittymän valmistajaan sidottu.

9.2 Dokumentointi

Dokumentoinnin sisältö on määritetty ohjeessa ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle”. (Pääesikunta. 2008.) Ohjetta on kuitenkin käytettävä soveltaen, sillä kokemus on osoittanut toimittajien ja käyttäjien näkemysten eroavan esimerkiksi järjestelmän toimintoja kuvattaessa usein hyvin paljon.

Tilaajan dokumentit:

- 1. Käyttöliittymän toiminnallisuus:** Käyttötapauskaaviot
- 2. Käyttöliittymällä tuettu toiminta:** Käyttäjän omat sovellukset, joihin tilattavalla käyttöliittymällä on rajapinnat. Ajoneuvossa käytetään puolustusvoimien tiedonsiirto-ohjelmaa tiedostojen välittämiseen kenttäradioiden kautta. Analyysisovelluksen tarvitsemat tiedot syötetään analyysisovellukseen manuaalisesti.
- 3. Käyttöliittymällä toteutettavat palvelut:** Käyttöliittymällä ei toteuteta palveluita

Toimittajan dokumentit

Käyttöliittymän toimittajan dokumentoinnissa käytetään ohjetta ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” tähän käyttöliittymään soveltaen.

- 1. Järjestelmän toiminnallisuus:** Luokkakaavio, jossa järjestelmä identifioidaan käyttäen UML-luokkakaaviota. Luokkakaaviossa kuvataan käyttöliittymän loogiset kokonaisuudet, operaatiot, kokonaisuuksien tietosisällöt sekä niiden väliset suhteet toisiinsa. Kuvaus tapahtuu dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

2. Järjestelmän kommunikointi: Kommunikoinnin kuvauksessa esitetään UML-sijoittelukaaviota käyttäen tiedonsiirtotavat käyttöliittymän komponenttien välillä. Kuvauksessa esitetään käyttöliittymän komponenttien välinen sekä käyttöliittymän komponenttien ja laitteiden välinen kommunikointi. Kuvaus tapahtuu dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

3. Järjestelmärajapinnat: Tunnistetaan ja kuvataan käyttöliittymän rajapinnat. Järjestelmärajapinta on yksinkertaistettu kaaviokuva käyttöliittymän toteutuksesta, rajapinnoista ja liittymän riippuvuuksista rajapintojen kautta. Rajapinnat kuvataan liittymän komponenttien tasolla. Kuvaus tapahtuu dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

4. Ohjelmiston kehitysennuste: Liittymän kehitysennuste kuvaa ohjelman suunniteltua kehittämistä EVO-mallin eri vaiheissa sekä mahdollisesti koko elinjakson ajan. Puolustusvoimissa tuotteille määritetään vaatimusmäärittelyvaiheessa käyttöikä, ohjelmiston valmistaja määrittää mahdollisia seuraavia päivitysesityksiä hallitsemaalleen ajanjaksolle. Kuvauksessa määritetään yleisellä tasolla käyttöliittymän lähtötilanne, mikä on asiakkaan ensimmäinen hyväksymä versio, josta jatketaan vaiheittaisesti kuvaamalla suunniteltuja tai ehdotettuja lisätoimintoja liittymän version tai myös ajan suhteen. Järjestelmäversioiden lisäosat kuvataan kommentteilla ja kehitysennusteen aikataulu kuvataan versioilla piirrosmerkein ja tekstein. Kuvaus tapahtuu dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

5. Looginen datamalli: Datamalli kuvaa käyttöliittymässä liikkuvaa tietoa loogisella tasolla. Käytännössä kuvataan tietoja ja niiden elementtejä sekä tietojen välisiä suhteita. Kuvauksessa käytetään UML-luokkakaaviota ja tiedoista dokumentoidaan olion nimi, kuvaus, objektin sisältämät tiedot ja liittyvät objektit. Kuvaus tapahtuu dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

6. Fyysinen datamalli: Kuvaa loogisen datamallin toteutuksen, eli tiedon sisällön yksityiskohtaisesta. Kaikille attribuuteille määritetään sallitut datatyypit ja arvot, jotka ovat tietokannoissa. Kuvaus tapahtuu dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

7. Standardien konfiguraatio: Tässä kuvataan käyttöliittymän käyttämät standardit. Käyttöliittymän standardit ovat ennalta määritettyjä, joten toimittajan tehtävä on yhdistää nämä vastaamaan liittymän rakennetta. Standardit kuvataan samalla tavalla kuin liittymä. Kuvaus tapahtuu dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

8. Aktiviteettimalli: Malli kuvaa toimintaprosesseja ja niistä saatavia lopputuotteita. Kuvauksissa esitetään prosessien välisiä riippuvuuksia niiden välisten lopputuotteiden suhteen. Kuvaus sisältää käyttöliittymän prosessit ja niistä saatavat tulosteet. Kuvaus tapahtuu dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

9. Järjestelmillä tuettu toiminta: Tämä kuvaus on pääosin asiakkaan tuottamaan aineistoa, koska puolustusvoimien ulkopuoliset toimittajat eivät yleensä tiedä, mitä tietojärjestelmiä asiakkaalla on käytössä. Projektin edetessä toimittaja tutustuu usein käyttöympäristöön melko perusteellisesti, jolloin ehdotuksia ja suunnitelmia voidaan käsitellä projektissa. Toimittaja ja asiakas esittävät kuvauksia dokumentin ”Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” määrittämällä tavalla.

10. Testaussuunnitelma: Käyttöliittymän testaussuunnitelma kuuluu toimittajan valmistamiin dokumentteihin. Testaussuunnitelmassa kuvataan:

1. Mitä asioita testataan: testattavat asiat tulevat vaatimusmäärittelystä ja ohjelman toiminnallisesta kuvauksesta.
2. Miten testaus suoritetaan: vaatimusmäärittelyssä kuvatuissa todellisissa käyttöolosuhteissa tai vastaavissa simuloiduissa olosuhteissa.

3. Millaisia ovat testien hyväksyttävät tulokset: laite- ja ohjelmistovalmistajien hyväksymät sekä vaatimusmäärittelyssä määritetyt arvot.

Testaussuunnitelmassa mainittavia tekijöitä ovat (Immonen. 2002.):

1. Testauksen kohde ja tavoitteet
2. Testausympäristö
3. Organisointi ja raportointi
4. Testausstrategia ja organisointi
5. Testattavat toiminnot
6. Toimintojen testitapaukset ja hyväksymiskriteerit
7. Erikoisvälineet
8. Ei-toiminnallisten ominaisuuksien testaus ja hyväksymiskriteerit
9. Ominaisuudet, joita ei testata.

Käyttäjän testaussuunnitelma keskittyy käytettävyyden testaamiseen. Testauksessa verrataan uutta käyttöliittymää nykyisin käytössä olevaan. Testattavat kohteet ovat liitteessä 1. Käytettävyyden testaus.

11. Palvelumääritelmä: Valmistaja esittää standardin ISO 7498 määritelmän OSI-viitemallin, jossa kuvataan käyttöliittymän toteutustavasta riippuen kaikkien sovelluskerrosten palvelut (ISO 7498. 1991.).

12. Laatusuunnitelma: Laatusuunnitelmassa kuvataan valmistajan laadun varmistukseen liittyvät toimenpiteet:

1. Laatuorganisaatio: Jäsenet ja roolit
2. Henkilöiden ja organisaatioiden vastuut: Työhön osallistuvien ja siihen liittyvien henkilöiden ja organisaatioiden vastuut
3. Läpikäynnit ja katselmukset: Dokumenttien katselmoinnin suunnittelu ja toteutus, käyttöliittymän ja sen osa-alueiden ohjelmoin-

nin katselmoinnin suunnittelu ja toteutus, sekä testauksen katselmoinnin suunnittelu ja toteutus.

13. Riskienhallintasuunnitelma: Toimittaja valmistaa oman riskissuunnitelman, jossa kuvataan toimittajan projektiin liittyvät riskit, riskienhallintaprosessin. Riskien analysoinnissa käytetään potentiaalisten ongelmien analyysimenetelmää, jolla pyritään huomioimaan koko tuotekehitysprosessia sen koko keston ajan.

Tilaajan/asiakkaan riskit ovat määritetty aikaisempien vastaavien projektien perusteella. Nämä riskit ovat liitteessä 2. Tilaajan/asiakkaan riskit.

9.3 Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittely käsittää asiakkaan ja käyttäjän tuotekehitysprosessille asettamat vaatimukset, jotka toimittajan on projektin aikana toteutettava. Vaatimusmäärittelyä ennen analysoidaan käytössä olevan käyttöliittymän suorituskykyä ja erityisesti sen ongelmakohtia. Vaatimusmäärittelyssä käytettävä kokemustieto on saatu aikaisempien testiraporttien, koulutustilaisuuksien ja harjoitusten yhteydessä. Vaatimusmäärittelyssä huomioidaan myös kansallisten ja Nato-standardien asettamia vaatimuksia.

Vaatimusten kriittisyys ilmoitetaan lyhenteillä:

- KV Kriittinen vaatimus
- EV Ensisijainen vaatimus
- TV Toissijainen vaatimus
- TBD Myöhemmin määriteltävä vaatimus

Vaatimukset (Liite3) kuvataan puolustusvoimien ohjelmistohankkeiden käytäntöjen mukaan. Vaatimukset jaetaan sisällön mukaisesti seuraaviin ryhmiin:

1. Toiminnalliset vaatimukset
 - 1.1 Yleiset vaatimukset
 - 1.2 Työalueet
 - 1.3 Käyttöliittymän käsittelemät tiedot
 - 1.4 Käyttöliittymän komponentit

- 1.5 Järjestelmävaatimus
- 1.6 Ympäristövaatimukset

- 2. Ei-toiminnalliset vaatimukset
 - 2.1 Suorituskyky
 - 2.2 Näkymä
 - 2.3 Käytettävyys: Vaatimukset toteutetaan standardin ISO 9241–11 mukaan (ISO 9241-11. 2001.)
 - 2.4 Laatuvaatimukset

9.4 Hyväksymissuunnitelma

Toimittaja valmistaa hyväksymissuunnitelman, jossa esitetään seuraavat kohdat:

1. Hyväksymisperusteet: Kohdan 9.3 Vaatimusmäärittelyn kaikki kohdat tarkastetaan valmistajan ohjeiden mukaisesti
2. Resurssit: Kaksi ajoneuvoa ja 4 hengen miehistö. Ohjelmiston koulutus ennen testausta
3. Toimintaohjeet: Vaatimusmäärittely ja käyttöliittymän alustavat käyttöohjeet.

9.5 Toteutussuunnitelma

Asiakaan/tilaajan on saatava sovelluksen toteutustavasta riippumatta toteutussuunnitelmassa seuraavat tiedot:

Taulukko 1. Toteutussuunnitelman tiedot

| Tehtävä | Kuvaus | Syöte | Vastuuhenkilö | Tulos |
|--|---------------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|
| Käyttöliittymänäkymän toiminnot | Luodaan näkymät ja niiden komponentit | Käyttöliittymäsuunnitelmat, moduulisuunnitelma, vaatimusmäärittely | Käyttöliittymäsuunnittelija | Käyttöliittymänäkymä |
| Moduulit: Laiteliitännät ja rajapinnat | Toteutetaan laitteiden tiedot | Arkkitehtuurisuunnitelma, | Ohjelmisto- | Testattava järjestelmä |

| | | | | |
|--------------------------------------|--|-------------------------------------|--|---|
| nat | donsiirron liittäminen sanomafor- maatissa nä- kymään | Moduuli- suunnitelma | suunnittelija | telmä |
| Koodaus | Toteutetaan näkyvien toiminnot ja rajapinnat | Käyttöliittymä- suunnitelma | Ohjelmisto- suunnittelija | Liittymät käyttöliit- tymään |
| Testaus | Testataan näkyvien toimivuus | Moduulites- taussuun- nitelma | Ohjelmistosuunnit- telija, järjestelmä- vastaava, käyttäjä | Testaus- raportti, korjatut näytöt ja toiminnot |
| Ohjeiden integ- rointi ja testaus | Ohjetiedosto- jen käyttö käyttöliittymän yhteydessä ja integrointi liittymään | Valmiit ohjetie- dostot | Ohjelmisto- suunnittelija | Käyttöliit- tymä ohjetie- dostoi- neen |

Käyttöliittymänäkymän toiminnot: Toteutetaan ja hyväksytetään tilaajalla liittymän käyttäjälle näkyvä osuus liittymästä ja sen sisältämät komponentit ja toiminnot vaatimusmäärittelydokumenttien mukaisesti. Käyttöliittymässä jokainen laite havainnollistetaan omalla näkymällä kuten myös erilliset toiminnot, sanomien ja mittaustiedostojen tekeminen ja tallennus, niiden lähettäminen, hälytykset ja mittaustulosnäkyvä.

Moduulit: Käyttöliittymässä jokainen laite havainnollistetaan ja erilliset toiminnot suoritetaan omassa näkymässä. Nämä muodostavat moduuleita, joiden tehtävät on määritetty joko laitetoimittajan tiedonsiirtodokumentoinnissa tai käyttäjävaatimuksissa. Moduulit eivät näy käyttötapahtumassa, mutta ovat liittymän ylläpidon ja päivittämisen (toimintojen muokkaamisen) kannalta tärkeitä ja järjestelmästä vastaavan pv:n henkilön on tiedettävä niiden sisältö.

Koodaus: Toteutetaan käyttöliittymän toiminnot. Koodi kommentoidaan tavalla, joka mahdollistaa käyttöliittymän muokkauksen. Testataan jokainen toiminnallisuus. Virhetilanteiden käsittely toteutetaan koodausohjeiden mukaisesti.

Testaus: Testataan liittymän moduulien toiminnot. Käytetään tehdyissä moduuleissa simuloituja tiedonsiirtoja ja tapahtumia.

Ohjeiden integrointi ja testaus: Linkitetään ohjetiedostot sovellukseen ja sen osiin sekä testataan ohjeet käyttäjillä.

Toimittaja/suunnittelija täydentää toteutussuunnitelmaa toteutusratkaisusta saatavalla tiedolla. Toimittaja kuvaa sovelluksen toteuttamisessa noudatettavat periaatteet ja menetelmät, käyttöliittymän rakenteen, toiminnallisen luonteen ja teknisen toteutuksen.

9.6 Toteutuksen laatu

Toteutuksen laadun arvioimisessa käytetään standardin ISO/IEC 9126 (2001.) laatuattribuuttien sekä sovelletaan tapaukseen aliattribuutteja. Asiakas ei määritä tuotteen teknistä toteutustapaa tarkasti, jolloin tuottaja projektin edetessä määrittää laatuattribuuteille niiden todentamiskriteerit, jotka perustuvat vaatimusmäärittelyyn. Sisäinen laatu mitataan käyttöliittymän pysyvillä ominaisuuksilla. Ulkoinen laatu mitataan käyttöliittymän ominaisuuksilla käytön aikana toimintaympäristössä.

1. Toiminnallisuus:

- soveltuvuus
- tarkkuus
- yhteensopivuus
- tietoturvallisuus

2. Luotettavuus

- kypsyy
- vikasietoisuus
- viasta toipuminen

3. Käytettävyys

- ymmärrettävyys
- opittavuus
- käyttökelpoisuus

- käyttöliittymän virittäminen

4. Tehokkuus

- käyttäytyminen ajan suhteen
- käyttäytyminen resurssien suhteen

5. Ylläpidettävyys

- laitteiden lisääminen ja vaihtaminen
- toimintojen, näkymien ja tulosteiden muutettavuus
- vakaus
- testattavuus

6. Siirrettävyys

- asennettavuus
- yhteensopivuus muiden ohjelmien kanssa
- vaihdettavuus laitteista toiseen

9.7 Käyttöönotto

Käyttöönoton suunnittelu kuuluu valmistajan tehtäviin. Käyttöönottovaiheessa asennetaan uusi käyttöliittymä toimintaympäristöön, viimeistellään muunnosprosessi vanhasta liittymästä uuteen ja koulutetaan liittymä loppukäyttäjille. Käyttöönottoon on yhdistettävä lyhyitä käyttäjätyytyväisyystestauksia ja järjestelmätarkastuksia asennusten onnistumisen varmistamiseksi.

Käyttöönottovaiheen tavoitteet ovat:

- suoritetaan liittymän muunnokset
- luodaan olosuhteet, jossa liittymä toimii jatkuvasti.

Käyttöönoton vaiheita ovat (Murch. 2002.):

- Valmiustarkastukset: käyttövalmiuden ja käyttäjätyytyväisyyden tarkistuksilla vähennetään käytön riskejä: fyysisen ympäristön toiminta ja kokoonpano, käyttäjien totuttelu valvotusti
- Käyttöliittymän vaihtaminen: Vanha käyttöliittymä vaihdetaan uuteen suunnitelmien ja dokumentoinnin mukaisesti. Vanhaan järjestelmään liittyvät ohjelmistokomponentit ja ohjeet poistetaan koneilta

ja käyttäjiltä. Uusia ohjeita tarkastetaan ja sovelletaan koulutuksen aikana

- Käytön seuranta. Järjestelmästä vastaavat henkilöt seuraavat liittymän koulutusta ja käyttöä sekä etsivät mahdollisia muutettavia ja paranneltavia kohtia. Käyttäjien toimintaa verrataan etenkin vaatimusmäärittelyyn, josta poikkeamia ei saa enää käyttöönottovaiheessa olla
- Mahdollisten parannusten dokumentointi: Käyttäjät etsivät käyttöönoton aikana mahdollisia parannus- ja muutoskohteita, joista toiminnan kannalta kriittisten toteutus aloitetaan välittömästi.

Käyttöönotossa tarvittavia resursseja ja siinä olevia tuotteita ovat:

- Muunnossuunnitelma: Dokumentoituna käyttöliittymän muutoksen perusteet, vaikutukset, vaatimukset.
- Käyttöohjeet: Käyttöoppaat, asennusohjeet, tukipalveluiden ohjeet.
- Käyttöönottosuunnitelma: Kuvaa käyttöliittymän käyttöönottoprosessin ja –aikataulun. Suunnitelmassa selostetaan tarkasti muutoksen vaikutus ajoneuvon käyttöön.
- Käyttäjädokumentaatio: Sisältää käyttäjän toimintaan liittyvien kenttien ja näkymien selitykset ja toimintaohjeet sekä virhetilanteiden käsittelyn. Ohje auttaa loppukäyttäjää käyttämään liittymää oikein ja toimii samalla koulutusmateriaalina. Materiaali sisältää tehtävä- tai toimintokohtaiset käyttöohjeet ja täydellisen käyttöoppaan.

9.8 Ylläpito

Ylläpidon muotona ovat:

1. Korjaava ylläpito: korjataan ohjelmistovirheet tuotteen elinkaaren ajan. Testausajan (1 vuosi) jälkeen korjauksien kustannuksista vastaa tilaaja. (Haikala, Märijärvi. 2003.)
2. Mukauttava ylläpito: Toimintaa hankaloittavat näkymien ja rajapintojen muutokset vähintään vuoden ajan projektiin liittyen, esteettiset muutokset ja alkuperäisen vaatimusmäärittelyn ulkopuolella olevat muutokset muutoshallintaprosessin mukaisesti. (Haikala, Märijärvi. 2003.)
3. Täydentävä ylläpito: Liittymän uusien toimintamuotojen tuottaminen. laajuudesta riippuen joko muutoshallintaprosessilla tai uutena kehitysprojektina. (Haikala, Märijärvi. 2003.)
4. Ehkäisevä ylläpito: Ennakoidaan tulevaa käyttöprofiilin muutosta, laajuudesta riippuen joko muutoshallintaprosessilla tai uutena kehitysprojektina. (Haikala, Märijärvi. 2003.)

Toimittaja nimeää käyttöliittymälle ylläpito henkilön, jonka aiheuttamat kustannukset määritetään sopimusvaiheessa käyttöliittymän toteutustavan esittelyn yhteydessä. Ylläpidon dokumentaatio on käyttäjällä ja käyttöliittymän tuottajalla.

10. Yhteenveto ja johtopäätökset

Tuotekehityshanke on sarja prosesseja, joihin liittyy huomattavan paljon erilaisia tekijöitä. Tuotekehityshankkeen läpiviemiseksi on tehty useita valmiita ohjeita. Nämä ohjeet ovat usein kaikkeen tuotekehitystoimintaan yleisesti soveltuvia, jättäen siis ohjeisiin huomattavasti tulkinnan mahdollisuuksia.

Tässä lopputyössä painotettiin puolustusvoimien hankkeiden ongelmakohtia. Tämän lopputyön puitteissa ei ongelmakohtia voida ratkaista, mutta esitettyjä vaihtoehtoja voidaan kokeilla perustellusti käytännössä. Työn tekemisessä piti yhdistää kahta teoriassa samanlaista mutta lopputulokseltaan erilaista näkemystä. Ohjelmistosuunnittelun toimintaperiaatteet ovat yrityksissä usein teknologialähtöisiä, jossa tuote tehdään sellaiseksi kuin yrityksen tai ohjelmoijan käyttämä tekniikka mahdollistaa. Käyttäjän ja ylläpitäjän ammattitaito ja toiveet liittyvät ohjelmiston ulkonäköön, luotettavuuteen ja hallinnan yksinkertaisuuteen. Näiden kahden osapuolen vaatimuksia ja tekniikoita oli voitu yhdistää hyvin harvoissa lähdemateriaaleissa.

Tuotekehityksen kohteen käyttäjillä on erilainen ja eritasoinen koulutus ja tietotekniikan kokemus ennen käyttöliittymän koulutusta, sillä kuitenkin suoritetaan samaa tehtävää aina samalla tavalla ja todellisessa toimintaympäristössä nopeasti. Käyttöliittymän näkymä on toteutettava selkeästi, yksinkertaisesti ja käyttäjien toimintatavoilla. Tekninen toteutustapa on vähemmän tärkeä kuin käyttöliittymän muokattavuus ja hallittavuus sekä käytön yksinkertaisuus. Ajoneuvon rakenne on valmis ja sitä ei voida enää muuttaa, joten käyttäjän toimintaa muokkaava tekijä on käyttöliittymä. Käyttötilanneanalyysillä testataan erilaisia käyttöliittymän näkymiä ja muokataan niitä tehtävien suorituksen kannalta sopiviksi. Näkymän taustalla olevat käyttöliittymän muut komponentit voivat tässä tilanteessa olla jo lopullisessa muodossa.

Käyttöliittymän näkymän toteutuksessa käytetään spiraalimallia. Käyttöliittymän näkymälle tehdään aluksi 2 vaihtoehtoa, jotka annetaan käyttäjien testattavaksi. Vähemmän negatiivista palautetta saanutta näkymää testataan ja muokataan kriittisimpien ongelmien poistamiseksi. Näkymästä ei voi tehdä kaikkia käyttäjiä miellyttävää, mutta testaamalla erilaisia vaihtoehtoja erityypp-

pisillä käyttäjillä saadaan kompromissina lopputulos, jossa käytettävyys ja ulkonäkö mahdollistavat virheettömät ja nopeat suoritukset.

Käyttöliittymän kehittämisen ja ylläpidon kannalta luotettavinta ja nopeinta on tehdä hankinta kotimaisen ohjelmistovalmistajan kanssa. Nopein ja myös ylläpidon kannalta kestävin tapa saada tuote pitkäaikaiseen käyttöön, on käyttää ohjelmoinnissa kaupallisia, graafisia ohjelmointisovelluksia, joita käytetään mittaus ja analyysisovellusten tekemiseen. Tällaisissa ohjelmointisovelluksissa käytetään yleensä vakioituja komponenttikirjastoja, joilla vältetään hankalat erikoisratkaisut. Toteuttamisessa ei ole monia vaihtoehtoja, mutta suurin osa vaatimukset täyttävistä ohjelmointisovelluksista voidaan toteuttaa useissa yrityksissä jolloin tilaaja ei sitoudu yhteen yritykseen ja sen ratkaisuihin. Muilla kielillä, kuten pelkällä c++- tai XML-ohjelmoinnilla käyttöliittymän koodista voitaisiin tehdä niin monimutkainen, että muutokset ja ylläpito muiden tekemänä vaatisi kohtuuttomasti työtä.

Riskienhallintaprosessi on pääosin tuottajan/valmistajan riskien kartoitusta ja hallintaa. Käyttöliittymän tuottajan/valmistajan riskit ovat osittain myös tilaajan riskejä, joskin riskienhallinnan vastuu on tilaajalla pienempi. Hankkeen riskejä kartoitetaan ja analysoidaan jokaisessa projektikokouksessa sekä tilaajan ja valmistajan tapaamisessa tarpeesta riippumatta.

Tuotteen elinkaaren hallintaprosessin täytyy perustua valittuun sovellusratkaisuun ja sen soveltuvuuteen tulevaisuudessa. Käyttöliittymää tullaan käyttämään 6 ajoneuvossa, joten liittymän ylläpito ilman sovellusratkaisun valmistajan tukea ei ole kannattavaa.

Verkostoitumien ei tuo näin pienessä hankkeessa tilaajalle suoranaista hyötyä. Verkostoitumisen tarvetta ja hyödyllisyyttä voi analysoida vasta kun käyttöliittymän toteutustapa on selvinnyt. Tällöin tilaajan olisi, välttääkseen riippuvuutta yhdestä yrityksestä, luotava kontakteja muiden vastaavaa toteutustapaa suorittavien yritysten kanssa.

Lähteet

- Angelis, L., Stamelos, I., Morisio, M. Building a software cost estimation model. Software Metrics Symposium 2001.
- Beck, K., Cynthia, A. 2004. Extreme programming explained. Addison-Wesley Professional.
- Boehm, B. W. 1981. Software engineering economics. Prentice Hall Ptr.
- Boehm, B. W. 1989. Tutorial: Software Risk Management. IEEE Computer Society Press.
- Bogdan, R., Biklen, D. 1997. Qualitative Research Methods for Education. Allyn & Bacon, Inc.
- Bonfatti, M., Bonfatti, S. 1999. IEC 1131-3 Programming Methodology. CJ International.
- Carr, M., Konda, S., Monarch, I., Ulrich, C., Walker, C. 1993. Taxonomy-based risk identification. Pittsburgh: Software Engineering Institute
- Conte, S. 1986. Software engineering metrics and models model based on categorical data. Menlo Park: Benjamin & Cummings.
- Ebeling, M. 2003. Evoluutiomalli ohjelmistotuotelinjan kehittelyyn. Pro Gradu. Oulun yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos.
- Eskola, J., Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- Fenton, N., Pfleeger, S. 1998. Software Metrics: A Rigorous and Practical Approach. Course Technology Ptr.
- Forselius, N.E., 1999. Ohjelmistojen koon mitaaminen erityyppisissä hankkeissa. Systeemyö no 1.
- Griffin, A., Page, A. 1996. PDMA Success measurement project: Recommended Measures for Product Development Success and Failure. Journal of Innovation management, 13, 6, 478-496.
- Haikala, I., Märijärvi, J. 2003. Ohjelmistotuotanto. Helsinki: Talentum.
- Heikkilä, K. 2002. Tiimit-avain uuteen johtamiseen. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino
- Heikkilä, T., Kilponen, J., Santavirta, T. 2003. Suomen tiede- ja teknologiapolitiikan haasteet ja muuttuva toimintaympäristö, VATT-muistio 58.
- Heiskanen, E., Hyvönen, K., Repo, P., Saastamoinen, M. 2007. Käyttäjät tuotekehittäjinä: Teknologia katsaus 216/2007. Helsinki: Painotalo Miktor

- Herranen, H. 2002. Strategisen suunnittelun tavoitteet. Ilmatorjuntaupseerilehti 2/2002,15-17.
- Helsingin yliopisto, Kielitieteen laitos, Humanistinen tiedekunta. 2006. Projektin hallinta.
<http://www.ling.helsinki.fi/kit/2006k/clt310prp/organisaatio/organisaatiotyyppeja.shtml>
- Hirsjärvi, S., Remes, P & Sajavaara, P. 2007. Tutki ja kirjoita.13p., Helsinki:Tammi
- Hultink, E., Robben, H., Griffin, A. 2000. Launch decisions and new product success: an empirical comparison of consumer and industrial products. Journal of Product Innovation Management, 17, 5-23.
- IEEE Std 1074. Standard for Software Lifecycle. Institute of Electrical and Electronics Engineers
- IEEE Std 610.12-90. 1990. Standard Glossary of Software Engineering Terminology
- Ikävalko, J. 2004. Innovaatiot tuotekehitysprosessissa. Teknillinen korkeakoulu, Lahden keskus.
<http://www3.lut.fi/tuta/opiskelu/kurssit/CS30A1000/2004.ikavalko.pdf>
- Immonen, J. 2002. Joensuun yliopiston luentomoniste.
http://cs.joensuu.fi/~jimmonen/jot_moniste/jot_moniste_121.html
- ISO 7498. 1991. Information processing systems. Open systems interconnection. Basic reference model. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
- ISO/IEC 9126- 1. 2001. Software Engineering - Product Quality. Geneve:ISO copyright office.
- ISO 9241-11. 1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals. Part 11: Guidance of usability. Geneve:ISO copyright office.
- Katzenbach, J.R, Smith, D.K.1996. Tiimit ja tuloksekas yritys. Porvoo: WSOY
- Keinonen, M. 2005. Käytettävyyssuunnittelu ja testaus. Opinnäytetyö. EVTEK-ammattikorkeakoulu, mediatekniikan koulutusohjelma.
- Kivistö-Rahnasto, J., Vuori, M. 2000. Tuotteen turvallisuuden varmistamisen työkalupakki.
<http://www.kotiposti.net/xmvuori/julkaisuluettelo/liitteet/tuoteturva.pdf>.
- Kirmanen T. 2002. Ohjelmistoprojektin työmäärän arviointimallit. Pro Gradu. Joensuun yliopisto.

- Kortejärvi, P. 2006. Ammattialariskit selvitys.
<http://www.finnbarents.fi/include/download.php?pid=8&fid=321>.
- Lehto, T., Valkokari, K. 2003. Verkoston kehittämisen työkalupakki.
- Maner, W. 1997. Rapid Application Development. <http://csweb.cs.bgsu.edu/maner/domains/RAD.htm>
- Meriläinen, J. 2003. Riskianalyysimenetelmät. Seminaariesitelmä. Helsingin yliopisto, tietojenkäsittelytieteen laitos.
<http://cs.helsinki.fi/group/turvasem/papers/merilainen.pdf>.
- Mielikäinen Maisa: Projektin hallinta ja laatu.
<http://ta.ramk.fi/~mais.mielikainen/proj&q2/>
- Murch, R. 2002. IT-projektinhallinta. Edita/IT-Press.
- Ovaska, P. Ohjelmistotekniikka-Yrityksen laatujärjestelmä. Kurssimateriaali.
<http://www.lut.fi/kurssit/01-02/010758000/laatujarjestelma.ppt>.
- Paakki, J. 2001. 2003. 2007. Ohjelmistoprojektien johtaminen. Luentomateriaali. Helsingin yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos.
<http://www.cs.helsinki.fi/u/paakki/Proj-joht-Kalvot-2007-JP.pdf>
- Paananen, M. 2008. Riskien tunnistaminen ohjelmistokehityksessä. Pro Gradu. Tampereen yliopisto, Tietojenkäsittelytieteen laitos.
- Palmila, P. 2008. Muutoshallinnan kehitys IT-palveluissa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu, Tietotekniikan osasto. [Http://www.tml.tkk.fi/~anttiyj/Palmila-IT.pdf](http://www.tml.tkk.fi/~anttiyj/Palmila-IT.pdf).
- Parvinen, P., Lillrank, P., Iivonen, K. 2005. Johtaminen terveydenhuollossa. Käytännöt, vastuu, valvonta. Talentum.
- Pelin, R. 2002. Projektinhallinnan käsikirja. Projektijohtaminen Oy.
- Pelin, R. 2007. Projektin suunnittelu ja ohjaus. [Http://hlab.ee.tut.fi/hmope-tus/riskianalyysin-merkitys-hypermediaprojektin-toteutumiselle](http://hlab.ee.tut.fi/hmope-tus/riskianalyysin-merkitys-hypermediaprojektin-toteutumiselle).
- Puolustusministeriö. 2007. Puolustusministeriön materiaali poliittinen strategia. Helsinki: Kirjapaino Kelli Oy.
- Puroranta, J. 2003. eXtreme Programming. Tietojenkäsittelytieteen seminaari. Helsingin yliopisto. http://www.cs.helsinki.fi/u/salmenki/seminaari_s03/XP.pdf
- Pääesikunta. Johtamisjärjestelmäosasto. 2008. Puolustusvoimien arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle V 1.2.
- Schach, S. 1990. Software Engineering. AAI Publisher.
- Sotarauta, M., Linnamaa, R. 1999. Kehittäjäverkostojen pullonkaulat ja verkostojen johtaminen: Esimerkkinä kuntien elinkeinopoliittinen yhteistyö. Tam-

pereen yliopisto, Aluetieteen ja ympäristöpolitiikan laitos. Tiedonantoja 41/1999. Tampere.

Strömman, M. 2002. Ohjelmoitavan logiikan ohjelmointi ohjelmistotuotanto-prosessina. Raportti. Teknillinen korkeakoulu, Automaation tietotekniikan laboratorio. <http://www.automationit.hut.fi/file.php?id=48>.

Sääksvuori, A., Immonen A. 2002. Product Lifecycle Management 3rd edition. Springer.

Tanskanen, J. 2004. Verkostoitumisen hyödyt ja haitat teollisuusrakennusten kokonaistoimituksissa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, Tuotantotalouden osasto. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe20041374>.

Tervakari, A-M., Silius, K. 2005. Verkkopalvelun sisällöntuotanto. Luentomateriaali.

http://matriisi.ee.tut.fi/vpsist/2005/luennot2005/liitteet/vpst2luento_261005.pdf.

Tuurala, T. Laatutyökaluja. <http://www.kotiposti.net/tuurala/PDCA.htm>.

Vehko, T. Johtaminen tulevaisuuden Suomessa. Oikeudenmukaisuus johtamisessa- avain työhyvinvointiin.

<http://www.pyk.hkkk.fi/delfoiakatemia/TuulikkiVehkoDA2.pdf>

Vuorio, M. 2007. Verkoston strategia ja toiminnan ohjauksen mittarit.

Http://www.elisanet.fi/martti_vuorio/Verkon_mittarit.pdf.

VTT.Riskianalyysit. <Http://>

www.vtt.fi/proj/riskianalyysit/riskianalyysit_menetelmät.jsp

VTT. 2006. Tulevaisuuden epävarmuuden hallinta liiketoimintavetoisessa innovaatioprosessissa. Väli raportti. Turku: Corporate Foresight Group CoFi/Åbo Akademi.

LIITTEET

LIITE 1. Käytettävyyden testaus

| Testattava kohde | Mittaustapa | Mittari |
|-----------------------------------|--|---|
| Asennuksen helppous | Asennustehtävä | Asennusaika |
| Käyttöliittymän käynnistyminen | Liittymä ja kone käynnistetään useita kertoja | Virheellisten käynnistysten tai käynnistymättömyyksiä lukumäärä |
| Laitteiden asetusten opittavuus | Asetusajat | Suoritusajan muutos edelliseen käyttöliittymään verrattuna |
| Toimintojen näkyvyys ja löytyvyys | Mittaus- ja tekstitiedostojen valmistus ja tallennus | Kuinka nopeasti toiminnot suoritetaan |
| Virheettömyys | Näkymien tietokenttien kopiointi ja täydennys | Virheellisten tai puutteellisten tietojen määrä käyttöliittymän hyväksymissä toiminnoissa |
| Käyttöliittymän vakaus | Käyttäjän virheellisiä toimintoja ja uudelleenkäynnistys | Käyttöliittymän virheellisten toimintojen määrä |

LIITE 2. Tilaajan/asiakkaan riskit

| Riski | Riskin kuvaus | Toimenpiteet |
|--|---|---|
| Projektisuunnitelma | Epätarkka | Riittävän tarkka, jotta ei kyseenalaisuuksia projektin loppumetreilläkään. |
| Vastuujako | Epäselvät tehtävien vastuutukset | Jokaisella tehtävällä on oltava tekijä, lopputulostavoite ja eräpäivä. |
| Projektisuunnitelman tarkkuus | Epätarkat tehtävä-, vastuu ja kustannuskuvaukset | Kuvattu riittävän tarkalla tasolla, samalla saadaan ennakoitua ongelmakohtia / turhia tehtäviä. |
| Puuttuva riskikartoitus | Ilman riskikartoitusta voi tulla projektin tavoitteiden mukaista toteutumista estäviä yllätyksiä | On seurattava ja päivitettävä riskejä säännöllisesti. |
| Puutteellinen projektin seuranta | Puutteellinen projektin seuranta | Seurataan jäljellä olevaa työmäärää, kustannuksia, resurssitilannetta ja ajankäyttöä. Pidetään napakoita kokouksia sekä projektiryhmässä että sen johtoryhmässä. |
| Projektien ja/tai osaprojektien väliltä puuttuva integraatio | Samaa asiaa tehdään useammassa paikassa tai jotkut asiat jäävät tekemättä | Tarvitaan foorumi, missä näistä asioista keskustellaan ja jossa työt jaetaan. |
| Aikatauluongelmat | Suunnitelma on ylimalikainen, liian kireät aikataulut, aikataulujen venyttely tai aikataulut laadittu ennen tietoa projektin laajuudesta. Aikataulut on laadittu ulkopuolisen tekijän kuten kilpailun sanelemina ilman realismia. | On selvä yksiselitteinen aikataulu – tarvittaessa tarkkoine kellonaikoina. Raportointi ja seuranta ovat määrämuotoisia sekä toimenpiteet puutteita havaitessa. Realiteetteihin perustuvat aikataulut. Suunnitellaan tarkat aikataulut ja pysytään niissä. |

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| Projektin laajuus | Liian isoja kokonaisuuksia | Projektin paloittelu sopivan kokoisiin osaprojekteihin (mahdollistaa tarkemman projektisuunnitelman). Pilotin avulla selvitetään projektin laajuus. |
| Toimitus ei vastaa tilausta | Tavoitteet, tehtävät ja rajaukset puuttuvat tilauksesta / projektisuunnitelmasta | Asiakas/tilaaja pidetään sopivasti mukana hankkeessa (esim. demot) Selkeät paperit tavoitteista, määrittelyistä, aikatauluista, kustannuksista jne. Projektin tehtävät ja rajaukset kuvattava tarkasti. |
| Epäselvä tavoitetila | Eri termistöt Nahisteluriski matkan varrella | Tavoitetila sovittava yhdessä – luotava yhteinen käsitys tavoitteesta ennen toteutusta |
| Muutoksenhallinta | Muutokset projektissa hallinnoidaan huonosti | Projektsuunnitelmassa oltava selvät rajaukset, mitä projektissa on mukana ja mitä on rajattu pois. Plus/miinuslista otetaan käyttöön projektin lisätehtävien ja projektista pois jätettyjen tehtävien hallintaan. Projektin alussa sovittava muutoksenhallintamenettely sekä oltava selvää, kuka hyväksyy muutokset. |
| Tietojärjestelmän tarvekartoitus | Puutteellinen tarvekartoitus | Selvitettävä riittävän tarkasti, kuka tarvitsee järjestelmää ja kuka sitä käyttää Selvitetään, kuinka suurta osaa järjestelmän kapasiteetista tullaan käyttä- |

| | | |
|------------------------|--|--|
| | | mään |
| Liiketoimintaprosessit | Eivät ole kunnossa Ei tunnetta Lähdetään vanhan järjestelmän pohjalta Epäselvää mihin pyritään, mitä halutaan | Toiminnot, työnkulut ja prosessit on tunnettava ja kunnostettava ennen kuin määritetään projektin tavoitteita ja hankitaan järjestelmä Kartoitetaan liiketoiminnan prosessit ensin ja sitten vasta ruvetaan hankkimaan järjestelmää näitä prosesseja tukemaan Selvitettävä ensin, mihin pyritään ja mitä halutaan Vanha järjestelmä mukaan kuvaan vain, jos konvertoidaan (eli ei lähdetä sen pohjalta uutta hankkimaan). |
| Kieli, termit | Yhteinen kieli puuttuu osapuolien väliltä: - konsulttien ja käyttäjät - yrityksen osastot | Varmistettava, että puolin toisin ymmärretään omat erikoissanastot Konsultin perehdyttävä kohdealueen termistöön ja prosesseihin Määrittelyt tehtävä riittävän tarkalla tasolla – mukaan voidaan liittää sanasto Sovitaan projektin alussa käytettävä termistö Termit väännettävä ”vaikka rautalangasta”, jotta toinen osapuoli ymmärtää |
| ”Tyhmät kysymykset” | Ei nosteta epäselviä asioita esille | Luodaan projektille avoin ja keskustelevalle ilmapiiri Periaate: asiat selvitetään kokouksissa eikä kahvipöytäkeskusteluissa |

| | | |
|-----------------------------|---|---|
| Kulttuurierot | Erilaiset näkemykset tärkeistä asioista | Hyödynnetään erilaisuus voimavarana Ohjekirjanen toimintatavoista heti projektin alussa Huomioidaan eri kulttuureissa hyväksytyt arvot |
| Työskentelytavat ja –tyylit | Erot työskentelytavoissa ja –tyyleissä | Huomioidaan/tiedostetaan, jos toiset katsovat kokonaisuuksia ja toiset pureutuvat mieluummin detailjeihin – tuetaan erilaisia työskentelytapoja ja –tyylejä |
| Toimintatavat | Puuttuvat pelisäännöt | Laaditaan yhteiset pelisäännöt toimintatavoista Projektipäällikkö selvittää heti alussa projektissa käytettävät asiakirjamallit |

LIITE 3. Vaatimusmäärittely

9.3.1 Käyttöliittymän hallinta

Kuvaus: Käyttöliittymällä hallitaan ilmaisimien ja analysaattorien toimintaa sekä tiedonsiirtoa

Kriittisyys: KV

Omistaja: Käyttäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Ajoneuvon tehtävä

Kustannus:

Muutos:

9.3.2 Mittaustoiminto

Kuvaus: Käyttöliittymässä voidaan muodostaa laitekohtaisia mittaustiedostoja sekä ATP-45 – formaatin ja ohjeen ”Maavoimien Johdatussanomat V.1.5” määrittelemiä sanomatiedostoja, joka voidaan siirtää ajoneuvon välineillä pv:n tiedonsiirtojärjestelmiin.

Kriittisyys: KV

Omistaja: Käyttäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Ajoneuvon tehtävä

Kustannus:

Muutos:

9.3.3 Ohjelmointi

Kuvaus: Ohjelmointikieliä osaava henkilö voi lisätä/poistaa laitteita ja ominaisuuksia käyttöliittymässä.

Kriittisyys: EV

Omistaja: Järjestelmän ylläpitäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Ylläpito ja huolto

Kustannus:

Muutos:

9.3.4 Työalueet

Kuvaus: Käyttöliittymän käyttöoikeudet on jaettu kahteen toimialueeseen: järjestelmänvalvoja, jolla oikeudet lisätä/poistaa käyttöliittymän ominaisuuksia sekä operaattori jolla oikeudet käyttää käyttöliittymää, hallinnoida laitteita, tallentaa mittaustietoa, täydentää sanomia

Kriittisyys: EV

Omistaja: Järjestelmän ylläpitäjä

Lähde: Järjestelmän ylläpitäjä

Liityntä:

Arviointi: Moduulitestaus

Perustelu: Vaatimusmäärittely

Kustannus:

Muutos:

9.3.5 Tiedonkäsittely

Kuvaus:

1. Laitteiden ohjaustieto käyttöliittymästä ohjattavalle laitteelle
2. Laitteiden antama tieto esitetään käyttöliittymässä, mittaustieto, tilatieto ja muu tieto eriteltynä
3. Käyttöliittymä tallentaa mittaustiedostot käyttäjän määrittelemiin kansioihin XML-dokumentteina, jotka ovat UTF-8-muotoisia
4. Käyttöliittymä tallentaa jatkuvasti laitteiden ja käyttöliittymän välistä tilatietoa ja havainnollistaa tiedonsiirtoyhteyden toiminnan. Tietoa säilytetään käyttöliittymässä määritetyn ajan.
5. Data tallennetaan koneella tapahtuvaa prosessointia varten.

6. Käyttöliittymässä on ohjeita tietojen hallintaa ja käsittelyä varten.
7. Näytöllä oleva data tallentuu XML formaatissa ja päivittyy aina laitteen tietojen muuttuessa.
8. Käyttöliittymä visualisoi mittauksien joko laitetoimittajan esittämällä tavalla tai numero-, osoitin- tai palkkinäyttönä.
9. Lokiin tallennetaan tulevat ja lähtevät tiedostot. Käyttäjä määrittää lokitiedoston koon tai tiedostojen säilyttämisen keston.
10. Käyttöliittymä ilmoittaa tulevien sanomien tiedostokansion muutokset ja kysyy tietojen esittämistä tiedostoformaatin vaatimalla tavalla.
11. Käyttöliittymän käsittelemä tieto on kohdennettava zoomattavaan Puolustusvoimien käyttämän ESRI-formaatin karttanäkymään UTM-paikkatietoineen tilannekuvana.
12. Tilannekuvaan on voitava lisätä selittävää tekstiä, joka näkyy kohdetta valittaessa.
13. Tilannekuva tietoineen on voitava tallentaa valittuun kansioon.
14. Paikkatieto esitetään NATO STANAG 2211 (IGEO) määrittämällä tavalla.

Kriittisyys: EV

Omistaja: Käyttäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Vaatimusmäärittely

Kustannus:

Muutos:

9.3.6 Käyttöliittymän komponentit

Kuvaus: Laitteet liitetään käyttöliittymään jokainen oman rajapinnan kautta.

Kriittisyys: KV

Omistaja: Järjestelmän ylläpitäjä

Lähde: Järjestelmän ylläpitäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Vaatimusmäärittely

Kustannus:

Muutos:

9.3.7 Järjestelmä

Kuvaus:

1. Käyttöliittymästä on asennuskansio siirrettävällä tallennusvälineellä, josta käyttöliittymä voidaan käyttöjärjestelmän järjestelmänvalvojan työalueella asentaa.
2. Käsiteltävät tiedot on voitava esittää ajoneuvon kaikilla koneilla samanaikaisesti. Muokkausoikeus koneella, jolle tieto tulee laitteelta.
3. Käyttöliittymän tuottamaa tietoa voidaan tallentaa haluttuun kansioon.
4. Käyttöliittymään eri komponentteihin on voitava syöttää dataa tiedostoista haluttuina ajanjaksoina (simulointi).
5. Käyttäjän näkymätekstit ovat suomenkielisiä.
6. Käyttöliittymän pitää olla joustava. Käyttäjällä tulee olla mahdollisuus tehdä toimintoja haluamassaan järjestyksessä tai samanaikaisesti.
7. Käyttöliittymän komponenttien pitää olla muokattavissa.
8. Käyttöliittymän tulee olla nopeasti opittava. Sen tulee käyttäytyä muiden vastaavien kaltaisesti.
9. Tärkeimpien toimintojen tulee olla näkyvissä ja käyttäjän on nähtävä liittymän tila.
10. Kaikkia tehtyjä toimenpiteitä täytyy voida muokata ja perua liittymän sisällä. Liittymän ulkopuolelle tehtyjä tiedostojen tallennuksia ei saa poistaa, mutta voi muokata liittymässä.
11. Käyttöliittymän tukemia tiedostomuotoja pitää pystyä lisäämään.
12. Vasteaika tilannekuvan tietojen päivittämisessä on laitteiden lähettämien tietojen päivittymisaika.

13. Käyttöliittymä tukee pv:n käyttämien dokumenttien formaatteja esityksessä ja muokkauksessa.

14. Käyttöliittymä ilmoittaa käyttäjälle virhetoiminnoista.

15. Liittymän toimintoja suorittavat komponentit on suojattu operaattoritasolla muutoksilta.

16. Käyttöliittymä tallentaa ATP-45 C formaatin sekä kansallisten johtamissanomien mukaisia tiedostoja.

17. Käyttöliittymä on valikkopohjainen ja moni-ikkunainen

Kriittisyys: KV

Omistaja: Käyttäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Vaatimusmäärittely

Kustannus:

Muutos:

9.3.8 Ohjelmointikieli

Kuvaus: Käyttöliittymässä käytetään graafista ohjelmointikieltä.

Kriittisyys: KV

Omistaja: Järjestelmän ylläpitäjä

Lähde: Järjestelmän ylläpitäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Vaatimusmäärittely

Kustannus:

Muutos:

9.3.9 Ympäristö

Kuvaus:

1. Käyttöliittymä toimii pv:n yleisimmin käytössä olevassa käyttöjärjestelmässä.

2. Käyttöliittymän on toimittava ajoneuvon tietokoneissa vähintään nykyisen käyttöliittymän nopeudella.

Kriittisyys: KV

Omistaja: Järjestelmän ylläpitäjä

Lähde: Järjestelmän ylläpitäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Käytettävyys ja ylläpito

Kustannus:

Muutos:

9.3.10 Suorituskyky

Kuvaus:

1. Vähintään 2 samanaikaista mittaustapahtumien käsittelyä
2. Mittaustapahtumien käsittelyn aikana voidaan suorittaa muiden kuin kyseiseen tapahtumaan liittyvien tiedostojen käsittelyä ja käyttöliittymänäkymien toimintoja.
3. Käyttöliittymän tietojen käsittely, esittämien ja muokkaus tapahtuu vähintään samalla nopeudella kuin laitteiden vastaavat toiminnot.

Kriittisyys: KV

Omistaja: Käyttäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu: Vaatimusmäärittely

Kustannus:

Muutos:

9.3.11 Näkymä

Kuvaus:

1. Käyttöliittymä antaa graafisen värillisen näkymän laitteiden toiminnasta: vihreä kun liitetty toiminto toimii, punainen kun liitetty toiminto ei toimi.
2. Yhdessä liittymän näyttöikkunassa nähdään kaikki viimeisimmät vastaanotetut tiedot selkeästi ajoneuvon valaistuksessa.
3. Laitteiden hallintanäkymissä esitetään eri väreillä käyttäjän määrittämien arvojen välillä olevat mittaustulokset sekä luetut, lähetetyt ja vastaanotetut tiedostot.
4. Käyttöliittymän muiden osien kuin tekstialueiden väri on koneen käyttöliittymän työpöydästä selkeästi erottuva.

Kriittisyys: KV

Omistaja: Käyttäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu:

Kustannus:

Muutos:

9.3.12 Käytettävyys

Kuvaus: Vaatimukset toteutetaan standardin ISO 9241–11 mukaan

1. Tuottavuus: virheetön tiedonsiirto ja muokkaus liittymän sisällä sekä liittymään ja siitä haluttuihin kansioihin sekä liittymään käytävällä koneella että verkossa.
2. Tehokkuus: Käyttöliittymän nopeus ei hidasta käyttäjän tärkeimpiä toimintoja: kirjoitus, tekstin kopiointi ja liittäminen, tiedostojen tallennus tai lähettäminen.
3. Miellyttävyys: Käyttäjä keskittyy tietojen käsittelyyn ja laitteiden ohjaukseen, käyttöliittymän hallinnointi ei häiritse käyttäjän toimintaa.
4. Virheettömyys: Käyttöliittymä huomauttaa käyttäjän virheellisistä toiminnoista. Mittaus ja sanomatiedostojen lähettämistä ja tallennusta ei estetä liittymässä.

Kriittisyys: KV

Omistaja: Käyttäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä

Liityntä:

Arviointi: Vastaanottotestaus

Perustelu:

Kustannus:

Muutos:

9.3.13 Laatu

Kuvaus:

1. Hyvä käytettävyys: Tuotteessa huomioidaan standardi ISO 9241–11. Tehtävät täytyy voida suorittaa nopeammin kuin edellisessä käyttöliittymän versiossa.
2. Joustavuus käyttöliittymässä tehtävien mittausten suhteen: ISO 9126. Käyttöliittymä on mittaustulosten esityksen ja siirrettävyyden suhteen käyttäjän muunneltavissa. Käyttöliittymän mittausta analysoivat komponentit ovat koottu muunneltavista osista joiden väliset liitokset on kuvattu dokumenteissa.
3. Hyvä ylläpidettävyys: Sovelletaan standardia IEEE 610.12–90
4. Käyttöliittymä on dokumentoitu ylläpidon ja jatkokehittelyn mahdollistavalla tavalla.
5. Käyttöliittymä on dokumentoitu ”Puolustusvoimin arkkitehtuurityön vaatimukset toimittajalle” v 1.2 mukaisesti liitteineen.

Kriittisyys: TV

Omistaja: Käyttäjä, järjestelmän ylläpitäjä

Lähde: Vaatimusten esittäjä, järjestelmän valvoja

Liityntä:

Arviointi: Käytettävystestaukset

Perustelu:

Kustannus:

Muutos: